



A circular graphic composed of a grid of squares, each containing a different icon related to water, environment, and human activity. The icons include a bird, a factory, a person walking, a water drop, a tree, a person watering a plant, a fountain, a water filter, a frog, and various water-related patterns like waves and bubbles. The color palette is primarily blue, green, and white, with some teal and yellow accents. The overall theme is water conservation and environmental stewardship.

Pla tècnic per a l'aprofitament de recursos hídrics alternatius de Barcelona

Tom I: Memòria

MEMÒRIA

ÍNDIX

1. EVOLUCIÓ DEL MARC DE REFERÈNCIA	7		
1.1. NECESSITAT DE PROTECCIÓ DE LES MASSES D'AIGUA. PROTECCIÓ DE LES AIGÜES SUBTERRÀNIES.	7		
1.2. SOSTENIBILITAT, RESILIÈNCIA I ADAPTACIÓ DAVANT EL CANVI CLIMÀTIC.....	8		
1.2.1. El camí cap a una ciutat més sostenible.	8		
1.2.2. Resiliència i adaptació al canvi climàtic.	8		
1.3. EL PLANS D'ACTUACIÓ MUNICIPAL.....	10		
1.4. BARCELONA I LA SEQUERA	11		
1.5. ALTRES CONDICIONANTS PEL DESENVOLUPAMENT DEL PLA	12		
2. ELS PLANS PREDECESSORS	12		
2.1. EL PLA PER L'APROFITAMENT D'AIGÜES DEL SUBSÒL DE 1998	12		
2.1.1. Criteris pel desenvolupament del Pla del 98.....	12		
2.1.2. Objectius de Pla del 98	13		
2.1.3. Contingut del Pla del 98	13		
2.2. EL PLA TÈCNIC PER L'APROFITAMENT DELS RECURSOS HÍDRICS ALTERNATIU DE 2009.....	14		
2.2.1. Criteris pel desenvolupament del PLARHAB 2009	14		
2.2.2. Objectius del PLARHAB 2009.....	14		
2.2.3. Contingut del PLARHAB 2009.	14		
2.3. EL PLA TÈCNIC PER L'APROFITAMENT DELS RECURSOS HÍDRICS ALTERNATIU DE 2013.....	14		
2.3.1. Criteris pel desenvolupament del PLARHAB 2013.....	14		
2.3.2. Objectius del PLARHAB 2013.....	14		
2.3.3. Contingut del PLARHAB 2013.	15		
3. EVOLUCIÓ DELS CONSUMS D'AIGUA A LA CIUTAT.....	16		
3.1. EVOLUCIÓ DEL CONSUM D'AIGUA POTABLE A LA CIUTAT	16		
3.2. EVOLUCIÓ DEL CONSUM D'AIGUA EN ELS SERVEIS MUNICIPALS.....	17		
3.3. EVOLUCIÓ DEL CONSUM D'AIGÜES FREÀTIQUES ALS SERVEIS MUNICIPALS.....	18		
3.3.1. Espais verds	19		
3.3.2. Neteja viària.....	20		
3.3.3. Fonts ornamentals.....	20		
3.3.4. Neteja del clavegueram.....	21		
3.4. RESUM DE L'EVOLUCIÓ I REPARTIMENT DEL CONSUM D'AIGUA ALS SERVEIS MUNICIPALS	22		
4. JUSTIFICACIÓ, OBJECTIU I IMPACTE DEL PLA.....	24		
4.1. JUSTIFICACIÓ DE LA NECESSITAT DE REDACCIÓ DEL NOU PLA	24		
4.2. OBJECTIU DEL PLA	24		
4.3. IMPACTE DEL PLA EN ELS CONSUMS MUNICIPALS	25		
5. ÀMBIT I ABAST DEL PLA	27		
6. EL MARC LEGAL EN EL QUAL ES DESENVOLUPA EL PLA.....	28		
7. ANÀLISI DEL RECURS.....	30		
7.1. CONSIDERACIONS GENERALS I QUANTIFICACIÓ DEL RECURS DISPONIBLE	30		
7.1.1. Aigües del subsòl	30		
7.1.2. Aigua regenerada	36		
7.1.3. Aigües pluvials.....	38		
7.1.4. Aigües grises i buidat de piscines.....	44		
7.1.5. Aigua de mar	45		
7.1.6. Resum de la quantificació del recurs	45		
7.2. CARACTERITZACIÓ DE LA QUALITAT DEL RECURS.....	47		
7.2.1. Aigües freàtiques.....	47		
7.2.2. Aigües regenerades	50		
7.2.3. Aigües pluvials	50		
7.2.4. Aigües grises.....	51		
7.2.5. Aigua de mar	52		
7.3. CONSIDERACIONS FINALS RELATIVES AL RECURS HÍDRIC ALTERNATIU	53		
8. ANÀLISI DE LA DEMANDA.....	53		
8.1. ANÀLISI QUANTITATIU DE LA DEMANDA.....	54		
8.1.1. Reg d'espais verds.....	54		
8.1.2. Fonts i llacs ornamentals	58		
8.1.3. Neteja Urbana	60		
8.1.4. Neteja de la xarxa de clavegueram.....	61		
8.1.5. Neteja dels dipòsits reguladors del clavegueram	62		
8.1.6. Auto-neteja i desinfecció dels dipòsits d'acumulació	63		
8.1.7. Reg de camps esportius públics	64		
8.1.8. Ompliment de piscines municipals.....	65		
8.1.9. Parcs de bombers municipals	66		
8.1.10. Horts urbans.....	66		
8.1.11. Altres equipaments.....	66		
8.1.12. Sectors Industrials.....	67		
8.1.13. Resum de la quantificació de la demanda	68		
8.2. REQUERIMENTS QUALITATIU DE LA DEMANDA	69		
8.2.1. Generalitats	69		
8.2.2. Qualitat Sanitària i Biològica	69		
8.2.3. Qualitat Físicoquímica	69		
8.2.4. Valors recomanats pels diferents usos	70		
9. ANÀLISI CREUAT DE L'ORIGEN I ELS USOS DEL RECURS HÍDRIC	72		
9.1. DETERMINACIÓ DELS USOS APTES EN FUNCIÓ DE L'ORIGEN DEL RECURS	72		
9.1.1. Aigües del subsòl	72		
9.1.2. Aigua regenerada.....	72		
9.1.3. Aigua pluvial.....	72		
9.1.4. Aigües grises.....	73		
9.1.5. Aigua de mar	73		
9.2. BALANÇ DE RECURSOS I DEMANDES.....	74		
9.2.1. Balanç en funció de l'origen del recurs i del tipus de demanda.....	74		
9.3. DEFINICIÓ DE LES LÍNIES D'ACCIÓ DEL PLARHAB	77		
10. LÍNIA D'ACCIÓ 1. MILLORA I AMPLIACIÓ DE LA XARXA D'AIGUA FREÀTICA	79		
10.1. ANÀLISI DE LA XARXA D'AIGUA FREÀTICA EXISTENT.....	79		
10.1.1. Descripció de la xarxa d'aigua freàtica existent.....	79		
10.1.2. Modelització de la xarxa d'aigua freàtica existent.....	80		
10.1.3. Diagnosi de la xarxa d'aigua freàtica existent.....	80		
10.2. MILLORA DEL FUNCIONAMENT I LA OPERATIVITAT DE LA XARXA D'AIGUA FREÀTICA EXISTENT	87		

10.2.1.	Sistema Anella Poblenou - Taulat-Fòrum – Ciutadella	87
10.2.2.	Sistema Montjuïc	88
10.2.3.	Sistema Zona Universitària	89
10.2.4.	Sistema Bori i Fontestà	90
10.2.5.	Sistema Vilalba dels Arcs	90
10.2.6.	Sistema Joan Miró	90
10.2.7.	Sistema Doctors Dolsa	90
10.2.8.	Sistema Urgell	91
10.3.	ACTUACIONS D'AMPLIACIÓ DELS SISTEMES EXISTENTS	91
10.3.1.	Criteris de planificació de la xarxa d'aigua freàtica	91
10.3.2.	Actuacions proposades d'ampliació de la xarxa	93
10.4.	PROPOSTA DE NOUS SISTEMES D'APROFITAMENT D'AIGÜES FREÀTIQUES.....	96
10.4.1.	Sistema Passeig de Sant Joan – Av. Diagonal.....	96
10.4.2.	Sistema Ronda de Dalt	96
10.4.3.	Sistema Sagrera-AVE	97
10.4.4.	Sistema Can Batlló.....	97
10.4.5.	Sistema Meridiana.....	98
11.	LÍNIA D'ACCIÓ 2. APROFITAMENT DE L'AIGUA REGENERADA.....	98
11.1.	DESCRIPCIÓ DE LA XARXA D'AIGUA REGENERADA EXISTENT	98
11.2.	ACTUACIONS D'AMPLIACIÓ DE LA XARXA D'AIGUA REGENERADA EXISTENT.....	99
11.3.	PROPOSTA D'UN NOU SISTEMA D'APROFITAMENT D'AIGUA REGENERADA.	99
12.	LÍNIA D'ACCIÓ 3. APROFITAMENT DE LES AIGÜES GRISES.....	100
12.1.	OBJECTIUS DE LA LÍNIA D'ACCIÓ	100
12.2.	CONSIDERACIONS GENERALS.....	100
12.2.1.	Marc normatiu.....	100
12.2.2.	Tipus de tractaments.....	101
12.3.	ÀMBIT D'APLICACIÓ	101
13.	LÍNIA D'ACCIÓ 4. APROFITAMENT DE LES AIGÜES PLUVIALS DE COBERTA	102
13.1.	OBJECTIUS DE LA LÍNIA D'ACCIÓ.....	102
13.2.	CONSIDERACIONS GENERALS.....	102
13.2.1.	Marc normatiu.....	103
13.3.	TIPOLOGIES DE COBERTES I DE sistemes d'aprofitament.....	103
13.3.1.	Tipus de cobertes per a l'aprofitament de l'aigua de pluja.....	103
13.3.2.	Tipus de sistemes d'aprofitament de l'aigua de pluja	104
13.3.3.	Criteris tècnics bàsics.....	104
13.4.	ÀMBIT D'APLICACIÓ	104
14.	LÍNIA D'ACCIÓ 5. APROFITAMENT DE LES AIGÜES PLUVIALS DE CAPÇALERA	106
14.1.	OBJECTIUS DE LA LÍNIA D'ACCIÓ	106
14.2.	CONSIDERACIONS GENERALS.....	106
14.3.	ESTUDI D'IMPLANTACIÓ DE DIPÒSITS D'AIGÜES PLUVIALS A COLLSEROLA.....	107
15.	LÍNIA D'ACCIÓ 6. TRACTAMENT DE LES AIGÜES PLUVIALS DE L'ESPAI PÚBLIC MITJANÇANT SUDS.....	108
15.1.	OBJECTIUS DE LA LÍNIA D'ACCIÓ	108
15.2.	ANTECEDENTS.....	108
15.3.	CONSIDERACIONS GENERALS.....	109

15.4.	DESCRIPCIÓ GENERAL DEL FUNCIONAMENT I TIPOLOGIES DELS SUDS	109
15.5.	ESTUDI D'IMPLANTACIÓ DE SISTEMES URBANS DE DRENATGE SOSTENIBLE (SUDS) A BARCELONA.....	110
15.5.1.	Introducció.....	110
15.5.2.	Definició dels criteris de disseny i implantació de SUDS.....	110
15.5.3.	Extrapolació dels resultats obtinguts a escala ciutat.	112
15.5.4.	Gestió de contaminants de les aigües d'escorrentiu urbà mitjançant SUDS	113
15.6.	CRITERIS PER A LA PLANIFICACIÓ DE SUDS A LA CIUTAT DE BARCELONA	114
16.	PROTECCIÓ DELS AQUIFERS DE BARCELONA.....	115
16.1.	PRESSIONS QUE AFECTEN LA QUALITAT I LA QUANTITAT DEL RECURS	115
16.1.1.	Esgotaments propers a la zona litoral.....	115
16.1.2.	Contaminants emergents	115
16.2.	ESTRATÈGIES ENCAMINADES A LA PROTECCIÓ DE LES AIGÜES SUBTERRÀNIES.....	116
16.2.1.	Manteniment de clavegueram i control de claveguerons.....	117
16.2.2.	Control dels esgotaments de freàtic per obres	117
16.2.3.	Registre de sòls i aquífers contaminats	117
16.2.4.	Xarxa de control piezomètrica municipal i la seva ampliació.....	118
16.2.5.	Analítiques de control.....	119
16.2.6.	Barreres contra la intrusió marina	119
16.2.7.	Tècniques de recàrrega d'aquífers	119
17.	ANÀLISI DE COSTOS GLOBAIS D'INVERSIÓ, EXPLOTACIÓ I AMORTITZACIÓ DELS SISTEMES D'APROFITAMENT DE RHA	121
17.1.	LÍNIA D'ACCIÓ 1. Sistemes d'aprofitament d'aigua freàtica	121
17.1.1.	Consideracions generals.....	121
17.1.2.	Valoració econòmica de les actuacions planificades a la xarxa d'aigua freàtica	121
17.1.3.	Planificació de la inversió.	121
17.1.4.	Anàlisi econòmic de les despeses d'amortització i explotació de la xarxa d'aigua freàtica existent.....	123
17.1.5.	Estudi comparatiu del cost de l'aigua freàtica respecte el preu de l'aigua potable.	125
17.2.	LÍNIA D'ACCIÓ 2. SISTEMES D'APROFITAMENT D'AIGUA REGENERADA	126
17.2.1.	Consideracions generals.....	126
17.2.2.	Valoració econòmica de les actuacions planificades a la xarxa d'aigua regenerada	126
17.2.3.	Anàlisi econòmic de les despeses d'amortització i explotació de la xarxa d'aigua regenerada	126
17.3.	LÍNIA D'ACCIÓ 3. SISTEMES D'APROFITAMENT D'AIGÜES GRISES EN EDIFICIS.....	128
17.3.1.	Consideracions generals.....	128
17.3.2.	Anàlisi de costos d'inversió, explotació i amortització del sistemes d'aprofitament d'aigües grises	128
17.4.	LÍNIA D'ACCIÓ 4. SISTEMES D'APROFITAMENT D'AIGÜES PLUVIALS DE COBERTA.....	132
17.4.1.	Consideracions generals.....	132
17.4.2.	Disponibilitat del recurs	132
17.4.3.	Esquema de funcionament del sistema dissenyat.....	132

17.4.4.	Anàlisi de costos d'inversió, explotació i amortització del sistema d'aprofitament d'aigües pluvials de coberta en el centre cívic de Joan Oliver -"Pere Quart"	132
17.5.	LÍNIA D'ACCIÓ 5. SISTEMES D'APROFITAMENT D'AIGÜES PLUVIALS de CAPÇALERA	134
17.5.1.	Consideracions generals.....	134
17.5.2.	Valoració econòmica de les actuacions planificades d'aprofitament de les aigües pluvials de capçalera.....	134
17.5.3.	Anàlisi de costos d'explotació i amortització del sistema d'aprofitament d'aigües pluvials de capçalera	135
17.6.	LÍNIA D'ACCIÓ 6. SISTEMES URBANS DE DRENATGE SOSTENIBLE (SUDS)	136
17.6.1.	Consideracions generals.....	136
17.6.2.	Valoració econòmica de la implantació dels SUDS	136
17.6.3.	Anàlisi de costos d'explotació i manteniment dels SUDS	136
17.6.4.	Balanç cost – benefici de la implantació de SUDS a la ciutat.....	137
17.7.	MESURES DE CONTROL DE L'AQUÍFER	138
17.8.	RESUM DELS COSTOS d'inversió, EXPLOTACIÓ I AMORTITZACIÓ DELS DIFERENTS SISTEMES D'APROFITAMENT DE RHA	138
18.	MILLORA CONTÍNUA DEL PLA.....	139
18.1.	ACCIONS DE MILLORA EN L'APROFITAMENT DELS RECURSOS disponibles.....	139
18.2.	ACCIONS DE MILLORA EN LA GESTIÓ DE LA XARXA D'AIGUA FREÀTICA.....	140
18.3.	140	
18.4.	ACCIONS DE MILLORA EN LA PROTECCIÓ DE LES MASSES D'AIGUA	140
19.	PARTICIPACIÓ I COMUNICACIÓ	141
20.	ACTUALITZACIÓ DEL PLA	141
21.	CONCLUSIONS	142

ANNEXES:

ANNEX 1: INVENTARI DELS SISTEMES D'APROFITAMENT FREÀTIC EXISTENTS

ANNEX 2: AVALUACIÓ DEL BALANÇ DE MASSA DE LES AIGÜES SUBTERRÀNIES AL PLA DE BARCELONA I DELTA DEL BESÓS. AVALUACIÓ DE LA QUALITAT DE LES MASSES D'AIGUA.

ANNEX 3: CARACTERITZACIÓ DE LA QUALITAT DEL RECURS SEGONS EL SEU ORIGEN

ANNEX 4: REQUERIMENTS DE QUALITAT EN FUNCIÓ DE L'ÚS DEL RECURS

ANNEX 5: ESTUDI D'IMPLANTACIÓ DE SISTEMES URBANS DE DRENATGE SOSTENIBLE

ANNEX 6: CONSIDERACIONS TÈCNIQUES PER A LA IMPLANTACIÓ DE SISTEMES D'APROFITAMENT D'AIGÜES GRISES

ANNEX 7: CONSIDERACIONS TÈCNIQUES PER LA IMPLANTACIÓ DE SISTEMES D'APROFITAMENT D'AIGÜES PLUVIALS DE COBERTA

ANNEX 8: INFRAESTRUCTURES HISTÒRIQUES D'ABASTAMENT D'AIGUA A LA CIUTAT. ANÀLISI DE VIABILITAT D'EXPLOTACIÓ.

ANNEX 9: ANÀLISI ECONÒMIC DE LA INVERSIÓ, EXPLOTACIÓ I AMORTITZACIÓ DE LES INFRAESTRUCTURES D'APROFITAMENT DE RHA.

ANNEX 10: CRITERIS PER A UNA MILLOR OPERATIVITAT DELS SISTEMES

ANNEX 11: CRITERIS PER LA REDACCIÓ D'UNA FUTURA ORDENANÇA D'APROFITAMENT DE RECURSOS HÍDRICS ALTERNATIU I D'ESTALVI D'AIGUA

ANNEX 12: ESTUDI DE CARACTERITZACIÓ HÍDRICA DELS PARCS DE BARCELONA

ANNEX 13: PROTOCOL D'ESGOTAMENT D'AIGÜES FREÀTIQUES PER OBRES

ANNEX 14: PRINCIPALS REFERÈNCIES DEL MARC LEGAL

ANNEX 15: PROCÉS DE PARTICIPACIÓ I COMUNICACIÓ DEL PLA

ÍNDEX DE TAULES

Taula 1. Resum de l'evolució i el repartiment de consums dels diferents serveis municipals ..	23
Taula 2. Pous de l'Ajuntament de Barcelona	33
Taula 3. Pous privats d'ús municipal.....	33
Taula 4. Pous privats que aprofiten l'aigua per altres usos	33
Taula 5. Extraccions del metro a Barcelona	35
Taula 6. Cabals dels usos de l'aigua regenerada al T.M. de Barcelona	38
Taula 7. Dades pluviomètriques de Barcelona dels darrers 20 anys (episodis amb P>1 mm). 39	
Taula 8. Volums anuals generats per les conques de la vessant sud de Collserola per un any mig.	40
Taula 9. Volums anuals aprofitables per cadascuna de les conques de Collserola per un any mig.	41
Taula 10. Volum generat en les tipologies de carrer òptimes per la captació d'aigua de pluja.	43
Taula 11. Generació d'aigua grisa en litres/persona i dia per diferents tipologies	45
Taula 12. Taula resum de quantificació de recursos	46
Taula 13. Rangs habituals dels paràmetres de qualitat en aigües freàtiques a Barcelona. 2013	48
Taula 14. Rangs habituals dels paràmetres de qualitat en aigües freàtiques a Barcelona. 2017	49
Taula 15. Mostres d'esgotaments d'infraestructures subterrànies (valors mitjos). Font: BCASA	49
Taula 16. Mostres de mines (valors mitjos). Font: BCASA.....	50
Taula 17. Qualitat de mostres reals d'aigües pluvials en diferents punts de la ciutat de Barcelona	51
Taula 18. Caracterització qualitativa de les aigües grises. Font: AQUA ESPAÑA.....	51
Taula 19. Límits marcats a la directiva 2006/7/CE per aigües de bany costeres i de transició. Font: Directiva 2006/7/CE	52
Taula 20. Valors orientatius de Kc. Font: Manual de Reg de l'Ajuntament de Barcelona. Setembre 2013.	55
Taula 21. Coeficients de consum mitjà i màxim durant el període d'estiu	55
Taula 22. Coeficients de consum mitjans estimats per als diferents grups d'espècies	55
Taula 23. Consum d'aigua freàtica al 2016 dels parcs connectats a la xarxa d'aigua freàtica. 57	
Taula 24. Consum d'aigua freàtica al 2016 per a la càrrega de camions per al reg en hidrants.	57
Taula 25. Fonts ornamentals connectades a la xarxa d'aigua freàtica	58
Taula 26. Fonts ornamentals amb previsió de connexió a la xarxa d'aigua freàtica.	59
Taula 27. Parcs de neteja existents i consum d'aigua freàtica.	60
Taula 28. Consum actual d'aigua potable per a la neteja urbana.	60
Taula 29. Parcs de neteja planificats i consum d'aigua freàtica previst.	60
Taula 30. Hidrants existents a la via pública i consum mig per a neteja viària.....	61
Taula 31. Hidrants planificats a la via pública i consum estimat per a neteja viària.	61
Taula 32. Consum per hidrants per la neteja de la xarxa del clavegueram.....	62
Taula 33. Consum d'aigua freàtica als dipòsits reguladors existents	62
Taula 34. Consum estimat de RHA als dipòsits planificats.....	63
Taula 35. Consum estimat de RHA per al manteniment dels dipòsits d'acumulació existents. 63	
Taula 36. Consum estimat d'aigua freàtica per al manteniment dels dipòsits d'acumulació planificats.	64
Taula 37. Llistat dels consums dels camps esportius actualment regats amb aigua freàtica ...	64

Taula 38. Llistat dels consums estimats dels camps esportius actualment regats amb aigua potable	65
Taula 39. Llistat dels consums estimats de les piscines municipals	65
Taula 40. Parcs de bombers municipals.....	66
Taula 41. Llistat dels consums dels horts urbans	66
Taula 42. Altres equipaments municipals actualment servits amb freàtic	67
Taula 43. Altres equipaments municipals susceptibles de ser abastits amb freàtic.....	67
Taula 44. Altres equipaments no municipals actualment servits amb freàtic	67
Taula 45. Altres consums potencials actualment abastits amb potable	67
Taula 46. Altres consums futurs potencials a la zona Sagrera-AVE	67
Taula 47. Taula resum de les demandes actuals i potencials de RHA.	68
Taula 48. Proposta de paràmetres biològics a valorar en l'anàlisi de la qualitat de l'aigua	69
Taula 49. Proposta de paràmetres fisicoquímics a valorar en l'anàlisi de la qualitat de l'aigua 70	
Taula 50. Valors recomanats per als paràmetres fisicoquímics i microbiològics de l'aigua en funció dels diferents usos contemplats en el Pla	71
Taula 51. Anàlisi creuat dels usos aptes per als diferents recursos hídrics alternatius contemplats en el Pla i Línies d'Acció	78
Taula 52. Dades principals dels diferents sistemes existents d'explotació del freàtic	79
Taula 53. Sistemes existents fora de servei	79
Taula 54. Cabals punta estimats per a la modelització del sistema Anella Poblenou.	81
Taula 55. Cabals punta estimats per a la modelització del sistema Montjuïc.	83
Taula 56. Cabals punta estimats per a la modelització del sistema Zona Universitària.	83
Taula 57. Cabals punta estimats per a la modelització del sistema Lesseps.	84
Taula 58. Cabals punta estimats per a la modelització del sistema Doctors Dolsa	84
Taula 59. Cabals punta estimats per a la modelització del sistema Joan Miró.	84
Taula 60. Cabals punta estimats per a la modelització del sistema Rieres d'Horta.....	85
Taula 61. Cabals punta estimats per a la modelització del sistema Vilalba dels Arcs.	85
Taula 62. Cabals punta estimats per a la modelització del sistema La Maquinista.	85
Taula 63. Cabals punta estimats per a la modelització del sistema Burgos – Antoni Campmany	86
Taula 64. Diàmetres de canonades i volums de dipòsits en funció dels consums anuals	93
Taula 65. Dades dels bombaments del dipòsit de Glòries.	94
Taula 66. Dades dels bombaments del dipòsit de Baró de Viver.	95
Taula 67. Dades dels bombaments del dipòsit del Passeig de Sant Joan.....	96
Taula 68. Dades dels bombaments dels dipòsits del sistema Ronda de Dalt.....	97
Taula 69. Dades dels bombaments del sistema Sagrera-AVE.....	97
Taula 70. Dades dels bombaments del sistema Can Batlló.	98
Taula 71. Dades dels bombaments del sistema Marina Prat Vermell.	99
Taula 72. Resultats d'estalvi econòmic i d'aigua anuals de sistemes d'aprofitament d'aigües grises	101
Taula 73. Proposta de l'àmbit d'aplicació de sistemes d'aprofitament d'aigües grises	102
Taula 74. Resum ordenances municipals d'estalvi d'aigua en relació a l'aprofitament d'aigües pluvials. Font: ACA	105
Taula 75. Resum ordenança tipus per pluvials. Font: Diputació de Barcelona	105
Taula 76. Volums aprofitables per un any mig en els punts de captació proposats i volums de dipòsits.....	107
Taula 77. Principals tipus de SUDS.....	109
Taula 78. Classificació de carrers tipus inclosos a l'estudi segons l'ample i el pendent	111
Taula 79. Volums gestionats per un any mig de pluja pels diferents trams de carrer tipus i tipus de gestió.	112

Taula 80. Volum d'aigua de pluja captat amb la implantació de SUDS a la ciutat, per tipus de gestió.	113
Taula 81. Volums totals gestionats amb la implantació de SUDS a la ciutat, per tipologia de gestió.	113
Taula 82. Percentatge de reducció de contaminants segons la tipologia de SUDS utilitzada.	113
Taula 83. Estimació de concentració de contaminants retinguts segons la tipologia de SUDS utilitzada.	114
Taula 84. Quantificació de contaminants retinguts segons la tipologia de SUDS utilitzada.	114
Taula 85. Inversions planificades per a la millora i ampliació dels sistemes existents.	121
Taula 86. Inversions planificades per al desenvolupament dels nous sistemes planificats ...	121
Taula 87 Inversió i increment de demanda servida per sistemes.	122
Taula 88. Llistat de sistemes considerats en l'estudi econòmic.	123
Taula 89. Resum de costos de l'aigua freàtica en funció del factor de cost.	124
Taula 90. Taula comparativa entre el cost aigua potable vs aigua freàtica.	126
Taula 91. Factors de cost d'explotació aplicats a l'aigua regenerada.	127
Taula 92. Estimació del cost d'amortització i explotació del sistema d'aigua regenerada.	127
Taula 93. Estimació dels costos d'inversió per habitatge per a la instal·lació de mòduls de tractament MBR de depuració d'aigües grises.	128
Taula 94. Estimació dels costos de manteniment del sistema de tractament MBR de depuració d'aigües grises en funció de la capacitat de tractament.	129
Taula 95. Estimació dels costos de control analític en base a la proposta inclosa a l'annex 6 del Pla.	129
Taula 96. Costos anuals de control analític en base a la proposta inclosa a l'annex 6 del Pla.	129
Taula 97. Estimació dels costos per consum energètic del sistema de depuració MBR.	129
Taula 98. Costos de manteniment per habitatge per al tractament d'aigües grises amb sistema MBR.	130
Taula 99. Costos d'amortització i manteniment dels sistemes d'aprofitament d'aigües grises en funció dels mòduls de tractament tipus MBR a instal·lar.	131
Taula 100. Resum de l'anàlisi de costos d'inversió, explotació i amortització del sistemes d'aprofitament d'aigües grises i dels beneficis obtinguts.	131
Taula 101 Factors de cost per aigua de coberta en edifici existent.	133
Taula 102 Factors de cost per aigua de coberta en edifici nou, per superfície.	134
Taula 103. Estimació de costos d'inversió dels dipòsits de pluvials de capçalera.	135
Taula 104. Estimació factors de cost d'explotació dels dipòsits d'aigües pluvials de capçalera.	135
Taula 105. Estimació de costos de construcció dels SUDS a la ciutat.	136
Taula 106. Estimació de costos de manteniment dels SUDS a la ciutat.	136
Taula 107. Estimació de costos globals d'amortització i manteniment dels SUDS en funció del volum gestionat.	137
Taula 108. Anàlisi Cost – Benefici de la implantació de SUDS a la ciutat.	138
Taula 109. Resum dels costos d'amortització i inversió de cadascuna de les Línies d'Acció.	138

ÍNDEX DE FIGURES

Figura 1. Evolució de la temperatura anual a la zona litoral-prelitoral de Catalunya. Font: Pla de Resiliència i Adaptació al Canvi Climàtic.	9
Figura 2. Evolució de la pluviometria anual a la ciutat de Barcelona.	9
Figura 3. Eixos PAM 2016-2019.	10
Figura 4. Reducció del consum d'aigua potable i freàtica en els diferents escenaris de sequera en serveis municipals que depenen de Medi Ambient i Serveis Urbans.	12
Figura 5. Evolució del consum total d'aigua potable a Barcelona. Període 1999-2018.	16
Figura 6. Evolució del consum total d'aigua potable per sectors a Barcelona. Període 1999-2018.	16
Figura 7. Evolució dels consums d'aigua per persona i dia a Barcelona.	17
Figura 8. Evolució del consum total d'aigua municipal (potable + freàtica). Període 2004-2018.	17
Figura 9. Evolució del consum total d'aigua per als diferents usos de Medi Ambient i Serveis Urbans.	17
Figura 10. Evolució del consum total d'aigua per als altres usos municipals.	18
Figura 11. Distribució de consums totals d'aigua dels serveis municipals per l'any 2018.	18
Figura 12. Evolució del consum d'aigua freàtica i índex de sostenibilitat dels serveis municipals.	18
Figura 13. Evolució del consum total d'aigua dels serveis municipals. Període 1999-2018.	19
Figura 14. Evolució del consum d'aigua freàtica dels diferents serveis municipals.	19
Figura 15. Evolució del consum d'aigua per al reg d'espais verds, expressat en m ³	20
Figura 16. Evolució del consum total d'aigua per a la neteja viària, expressat en m ³	20
Figura 17. Evolució del consum total d'aigua per a fonts ornamentals, expressat en m ³	21
Figura 18. Evolució del consum total d'aigua per a neteja del clavegueram, expressat en m ³	21
Figura 19. Relació entre els consums d'aigua de la ciutat de Barcelona i dels Serveis Municipals. Dades de l'any 2018.	25
Figura 20. Relació entre els consums d'aigua de la ciutat de Barcelona i dels Serveis Municipals en el supòsit de substituir tot el volum d'aigua que no requereix la qualitat de l'aigua de boca per RHA. Estimació a partir de les dades de l'any 2016.	26
Figura 21. Índex de Sostenibilitat 2018 vs Índex de Sostenibilitat en el supòsit de substituir tot el volum d'aigua que no requereix la qualitat de l'aigua de boca per RHA. Estimació a partir de dades de l'any 2016.	26
Figura 22. Relació entre els consums d'aigua de la ciutat de Barcelona i dels Serveis Municipals, aplicant les mesures del PLARHAB 2018. Estimació a partir de les dades de l'any 2016.	26
Figura 23. Índex de Sostenibilitat 2018 vs Índex de Sostenibilitat en el supòsit d'assolir les mesures del PLARHAB 2018. Estimació a partir de dades de l'any 2016.	26
Figura 24. Mapes de piezometria als aquífers superior (esquerra), mitjà (dalt dreta) i profund (baix dreta) a l'any 2017.	31
Figura 25. Evolució temporal balanç de masses global pel període 2012-2016.	32
Figura 26. Distribució del recurs d'aigua del subsòl segons el seu origen.	36
Figura 27. Conduccions d'aigua regenerada a l'àmbit de Barcelona.	37
Figura 28. Esquema del procés de tractament de l'aigua regenerada (font: web Àrea Metropolitana de Barcelona).	38
Figura 29. Sèrie anual de precipitacions mitjanes diàries per a l'any 2009 en la zona Collserola.	40
Figura 30. Pluja aprofitable en zona urbana en un any mig (2009 -pluviòmetre P23).	42
Figura 31. Pluja aprofitable en teulades d'edificis en un any mig (2009-pluviòmetre P23).	44
Figura 32. Mapes de salinitat als aquífers superior (centre), mitjà (dalt a la dreta) i.	48
Figura 33. Representació de la zonificació orientativa segons qualitat fisicoquímica de l'aigua freàtica i punts de mostreig.	48

Figura 34. Balanç de recurs-demanda de l'aigua del subsòl.....	74
Figura 35. Balanç de recurs-demanda de l'aigua regenerada.....	75
Figura 36. Balanç de recurs-demanda de les aigües grises.....	75
Figura 37. Balanç de recurs potencial i aprofitable de les aigües pluvials de capçalera de torrents.....	75
Figura 38. Balanç de recurs potencial i aprofitable de les aigües pluvials de coberta	75
Figura 39. Balanç de recurs potencial i aprofitable de les aigües pluvials en zona urbana	76
Figura 40. Esquema del procés de modelització de la xarxa d'aigua freàtica.....	80
Figura 41. Esquema del funcionament del sistema de Montjuïc	89
Figura 42. Extracte del plànol de conques i torrents de la zona central de la ciutat.	107
Figura 43. Extracte del plànol de conques i torrents de la zona central de la ciutat.	108
Figura 44. Carrers inclosos a l'estudi d'implantació de SUDS a la ciutat de Barcelona.....	110
Figura 45. Distribució de SUDS proposades per al carrer tipus 1, amb gestió d'aigua de vorera	111
Figura 46. Distribució de SUDS proposades per al carrer tipus 1, amb gestió d'aigua de vorera i calçada.....	111
Figura 47. Distribució de SUDS proposades per al carrer tipus 2, amb gestió d'aigua de vorera.	112
Figura 48. Distribució de SUDS proposades per al carrer tipus 2, amb gestió d'aigua de vorera i calçada.....	112
Figura 49. Mapa amb els valors màxims de conductivitat elèctrica mesurats a cada pou els dies 17 i 18 de gener de 2017, i línies d'isoconductivitat derivades.....	115
Figura 50. Proposta d'ampliació de la xarxa de piezòmetres d'observació al districte de Poble Nou (punts en verd). En blau piezòmetres d'observació de les obres de la Plaça de les Glòries, i en rosa piezòmetres de BCASA	119
Figura 51. Inversió planificada vs % d'increment de demanda anual prevista, per sistemes .	122
Figura 52. Ràtio d'amortització en €/m3/any vs la demanda anual prevista, per sistemes.....	122
Figura 53. Gràfic que mostra el pes de cada factor de cost	125
Figura 54. Anàlisi de costos per categoria i per cadascun dels sistemes de freàtic	125
Figura 55. Gràfic de consums mensuals d'aigua potable	126
Figura 56. Rendibilitat dels sistemes d'aprofitament d'aigües grises. Simulació del període d'amortització d'un edifici amb 8 habitatges	130
Figura 57. Rendibilitat dels sistemes d'aprofitament d'aigües grises. Simulació del període d'amortització d'un edifici amb 16 habitatges.....	130
Figura 58. Rendibilitat dels sistemes d'aprofitament d'aigües grises. Simulació del període d'amortització d'un edifici amb 26 habitatges.....	131
Figura 59. Rendibilitat dels sistemes d'aprofitament d'aigües grises. Simulació del període d'amortització d'un edifici amb 50 habitatges.....	131
Figura 60. Proporció d'aigua potable vs aigua de pluja per al reg del mur verd.....	132
Figura 61. Esquema de funcionament del mur verd de Joan Oliver.....	132
Figura 62. Percentatges de cada factor de cost per a l'aprofitament de les aigües pluvials de coberta	133

1. EVOLUCIÓ DEL MARC DE REFERÈNCIA

Amb l'aprovació de la Directiva Marc de l'Aigua (Directiva 2000/60/CE, DMA), s'estableixen els criteris de la “nova cultura de l'aigua”, on ja no es considera l'aigua només com a recurs, sinó que també cal reconèixer-la com a part indispensable de la vida i del medi ambient, amb una funció ecològica i social, i amb un paper com a bé públic que cal protegir i conservar. La DMA és l'eina legal que reflecteix la nova manera de gestionar l'aigua, on l'objectiu principal no només es centra a satisfer la demanda (usos i explotació), sinó també a equilibrar els diferents usos que en fem amb la necessitat pròpia del medi i la seva conservació (rius, aqüífers, aigües costaneres, etc.). La DMA és un marc normatiu integrat, perquè obliga a redactar plans i programes, i transparent, perquè implica a les institucions i a la ciutadania en un procés de participació.

Dins del paradigma de la nova cultura de l'aigua, el present Pla pretén donar solucions a la demanda d'usos que no requereixen aigua de boca, tenint en compte la protecció del medi, fent un ús sostenible i sostingut de l'aigua. El Pla no només analitza el recurs i la demanda, sinó que busca millorar i garantir el bon estat ecològic dels ecosistemes aquàtics de l'entorn. Per a cada ús, assolir el millor recurs, sostenible, de proximitat i de qualitat, assegurant la màxima eficiència (econòmicament viable i emprant les millors tècniques disponibles).

Aquest Pla, a més, vol buscar un ampli consens, promovent la transparència i la participació en el seu desenvolupament, integrant tant els diferents sectors implicats en la gestió de l'aigua dels serveis municipals que no requereixen una aigua assimilable a la potable, així com experts i estudiosos de la matèria en totes les fases de la seva maduració.

1.1. NECESSITAT DE PROTECCIÓ DE LES MASSES D'AIGUA. PROTECCIÓ DE LES AIGÜES SUBTERRÀNIES.

La Directiva Marc de l'Aigua (Directiva 2000/60/CE, DMA), aprovada pel Parlament Europeu i el Consell el 23 d'octubre del 2000, és l'instrument d'aplicació obligada als estats membres de la Unió Europea per a convertir la “nova cultura de l'aigua” en una política concreta que s'ha de coordinar amb la resta de polítiques sectorials. Es deixa de veure l'aigua des d'un punt de vista hidràulic i comercial, i contempla el recurs com a part estructural i funcional indispensable del medi natural i integrat, alhora, dins d'un marc d'ús i gestió sostenible.

El procediment d'implantació de la DMA per els estats membres a partir de plans i programes de gestió dels espais aquàtics s'hauran de fonamentar i articular incorporant els següents principis bàsics:

- Principi de no deteriorament i manteniment del bon estat de les masses d'aigua superficials i subterrànies.
- Principi d'enfocament combinat de la contaminació i gestió integrada del recurs.
- Principi de participació social i transparència de les polítiques de l'aigua.
- Principi de plena recuperació de costos en la gestió dels recursos i de l'espai aquàtics.

La DMA estableix un nou marc de protecció de les aigües amb l'objectiu d'assolir el bon estat ecològic dels sistemes aquàtics superficials, i el bon estat químic i quantitatiu de les masses d'aigua subterrània i, particularment, protegir-les, millorar-les i regenerar-les, garantint-ne la reducció progressiva de la contaminació i evitant-ne de nova. Els objectius mediambientals per a les aigües subterrànies fixats per la DMA són:

- Evitar o limitar l'entrada de contaminants i evitar el deteriorament de l'estat de totes les masses d'aigua.
- Protegir, millorar i regenerar les masses d'aigua subterrànies i garantir l'equilibri entre l'extracció i la recàrrega fins a assolir el bon estat de les aigües subterrànies.
- Invertir les tendències significatives i sostingudes en l'augment de la concentració de qualsevol contaminant derivada de l'activitat humana amb la finalitat de reduir progressivament la contaminació de les aigües subterrànies.

Seguint els criteris i objectius establerts a la DMA, l'Agència Catalana de l'Aigua (en endavant ACA), ha redactat el *Pla de Gestió del Districte de Conca Fluvial de Catalunya 2016-2021 (PGDCFC)*, aprovat per Decret 1/2017 de 3 de gener. Aquest document fa un anàlisi de l'estat actual de les masses d'aigua, tant superficials com subterrànies, tant a nivell quantitatiu com qualitatiu. Inclou també una valoració del recurs subterrani anual disponible, estableix les zones de protecció especial en masses d'aigua subterrània, i defineix un termini d'assoliment d'objectius de recuperació i millora d'aqüífers en funció del seu estat actual.

Per la massa d'aigua del Baix Besòs i el Pla de Barcelona, l'estat quantitatiu establert per l'ACA és bo, i l'estat qualitatiu establert és dolent, degut a la presència de nitrats, sulfats i clorurs. Estableix l'any 2027 com a termini per a l'assoliment d'objectius de bon estat químic. Segons el Programa de mesures del PGDCFC, una massa d'aigua subterrània presenta bon estat químic quan la composició química de la massa d'aigua:

- no presenta efectes de salinitat,
- no supera les normes de qualitat establertes,
- no impedeix que les aigües superficials associades assoleixin els objectius mediambientals,
- no ocasiona danys significatius al ecosistemes terrestres associats.

Per tant, l'objectiu a complir és reduir, a l'horitzó 2027, els paràmetres químics a les aigües subterrànies del Baix Besòs i el Pla de Barcelona esmentats anteriorment.

Per dur a terme el control de la piezometria i de la qualitat de l'aigua subterrània a la ciutat, s'ha desenvolupat una xarxa de punts de control de l'aqüífer. Aquesta xarxa piezomètrica consta actualment de 74 piezòmetres que permeten fer un seguiment de l'evolució del nivell freàtic. Alguns d'aquests punts estan telegestionats i permeten obtenir dades en temps real, i d'altres es mesuren periòdicament de forma manual. En els pous de captació es duen a terme anàlisis periòdiques, amb l'objectiu de garantir la qualitat sanitària i físic-química de l'aigua subministrada, en la línia del que disposa l'article 8 de la Directiva Marc de l'Aigua "seguiment de l'estat de les aigües superficials, de l'estat de les aigües subterrànies i de l'estat de les zones protegides", que exigeix als estats membres, en relació a les aigües subterrànies, el seguiment del seu estat químic i quantitatiu.

1.2. SOSTENIBILITAT, RESILIÈNCIA I ADAPTACIÓ DAVANT EL CANVI CLIMÀTIC

1.2.1. El camí cap a una ciutat més sostenible.

Després d'un extens procés participatiu, Barcelona va concretar la seva Agenda 21 en el *Compromís Ciutadà per la Sostenibilitat 2012-2022*, un document àmpliament consensuat que defineix principis, objectius i línies d'acció per avançar vers una ciutat més sostenible. Aquest document fixa 10 objectius en el marc de la sostenibilitat, entre els quals els Objectius 4 i 10, que fan referència a l'ús racional de l'aigua com a bé escàs, confirmen el compromís de la ciutat en avançar en l'aprofitament dels recursos hídrics alternatius.

Dins dels indicadors per objectius del *Compromís Ciutadà per la Sostenibilitat 2012-2022*, fa referència a l'aigua l'Indicador "4.2 Consum d'aigua". Aquest indicador recull, per una banda, l'evolució del consum d'aigua per habitant i dia (total i domèstic), i pel qual l'objectiu és la reducció, i per altra banda, l'índex de sostenibilitat del consum d'aigua, que és el percentatge de consum d'aigua freàtica en relació al consum total d'aigua (potable més freàtica) per part dels serveis municipals, objectiu del qual és, lògicament, el seu increment.

Seguint aquesta línia, en el Pla s'analitza com han evolucionat els consums d'aigua a la ciutat en els últims anys i en els diferents sectors, i les altres variables que hi poden incidir, amb l'objectiu de definir quin és l'escenari actual i quins són els possibles escenaris de futur.

L'Agenda 21 Local, a Barcelona, es concreta en el programa Barcelona+Sostenible. En aquest sentit, el marc de referència és el *Compromís Ciutadà per la Sostenibilitat 2012-2022*. Entre els objectius marcats en aquest compromís, destaquem els relacionats amb el cicle de l'aigua i en l'aprofitament de recursos de proximitat; a partir dels quals es desenvolupen els plans, programes i projectes estratègics específics de les diferents línies d'acció que poden interactuar i cal tenir en compte de cara al elaboració del present Pla. Aquests són:

- Objectiu 1. Biodiversitat: del verd urbà a la renaturalització de la ciutat.

Dins d'aquest objectiu destaquem com a accions transversals:

- *Pla del Verd i la Biodiversitat de Barcelona 2020*. En el pla es preveuen línies d'acció encaminades a aprofundir en el coneixement de l'efecte del canvi climàtic en la vegetació natural, la selecció d'espècies en funció dels seus requeriments hídrics i dels seus serveis ecològics o la incorporació de recursos hídrics alternatius en el reg de la vegetació. Així com l'aportació de la vegetació a la regulació microclimàtica i a minimitzar l'efecte illa de calor.

- *Mesura de Govern: programa d'impuls de la infraestructura verda urbana (2017)*

Dins la Línia d'Acció 3, Ampliació del Verd Urbà, destaquem la *Mesura de Govern per a impulsar terrats vius i cobertes verdes (2014)*, que promou entre altres accions la instal·lació de sistemes de recollida d'aigües pluvials integrats en diferents tipologies d'edificis i usuaris.

Dins la Línia d'Acció 10, Gestió del verd amb criteris d'eficiència en l'ús dels recursos naturals, destaquem:

- El *Pla Director de Gestió de l'Arbrat 2017-2037*.
- Aplicació de mesures per a la millora de l'eficiència en la gestió de l'aigua per al reg. Inclou mesures per a controls de fuites, automatització del reg, potenciar l'ús d'aigua freàtica.
- Execució de sistemes urbans de drenatge sostenible (SUDS) en més de 20 espais verds, projecte emmarcat en les accions de suport a les polítiques de gestió del cicle local de l'aigua, en el marc de l'adaptació urbana als efectes del canvi climàtic.

- Objectiu 4. Ciutat eficient, productiva i d'emissions zero. Dins d'aquest objectiu destaquem la *Línia d'Acció 5*, d'estalvi de recursos naturals i millora de l'eficiència en la producció, distribució i l'ús de l'aigua i l'energia. En aquesta línia d'acció es fa esment al *Pla Tècnic per a l'Aprofitament dels Recursos Hídrics Alternatius*, i a les seves actualitzacions.
- Objectiu 10. Resiliència i responsabilitat planetària. Dins d'aquest objectiu destaquem la *Línia d'acció 6*, que fa referència a l'eficiència en la gestió de l'aigua, adaptant-ne la qualitat als diferents usos. Incideix en l'aprofitament dels diferents recursos hídrics alternatius disponibles: aigua de pluja, aigües grises, aigües depurades i aigües freàtiques. En aquesta línia d'acció s'inclou el present Pla i la implantació de SUDS en diferents espais de la ciutat.

Com podem veure, el present Pla és un document que forma part de diverses línies d'acció del *Compromís Ciutadà per al Sostenibilitat*, i per tant cal desenvolupar el present Pla tenint en compte el marc actual en què ens trobem, incidint en els aspectes relatius a la millora de l'eficiència en els sistemes operatius, i la potenciació de l'ús d'altres recursos hídrics alternatius a més de l'aigua freàtica, que actualment s'estan aprofitant de forma residual a la ciutat.

1.2.2. Resiliència i adaptació al canvi climàtic.

El canvi climàtic és un fet, que suposa un dels grans reptes de la humanitat pel segle XXI. Algunes de les seves conseqüències actualment ja són visibles i per tant cal actuar urgentment.

L'increment de les emissions de gasos d'efecte hivernacle generats per l'acció de l'home en els darrers 150 anys produeix un efecte barrera en l'atmosfera, que no deixa sortir a l'exterior una part important de l'energia terrestre d'ona llarga, fet que provoca que el planeta es vagi escalfant. Aquest escalfament, a més d'un augment de la temperatura mitjana de la terra, provoca una alteració profunda en variables com la pluviometria, tant en quantitat com en distribució, així com afavoreix els fenòmens meteorològics extrems i l'augment dels períodes de sequera, entre d'altres.

En aquest sentit, les projeccions de la temperatura mitjana anual de la zona prelitoral – litoral de Catalunya presenten una tendència robusta a l'alça, que es tradueix en un augment de la temperatura mitjana anual d'uns 0,25°C per dècada, tal com es mostra al següent gràfic.

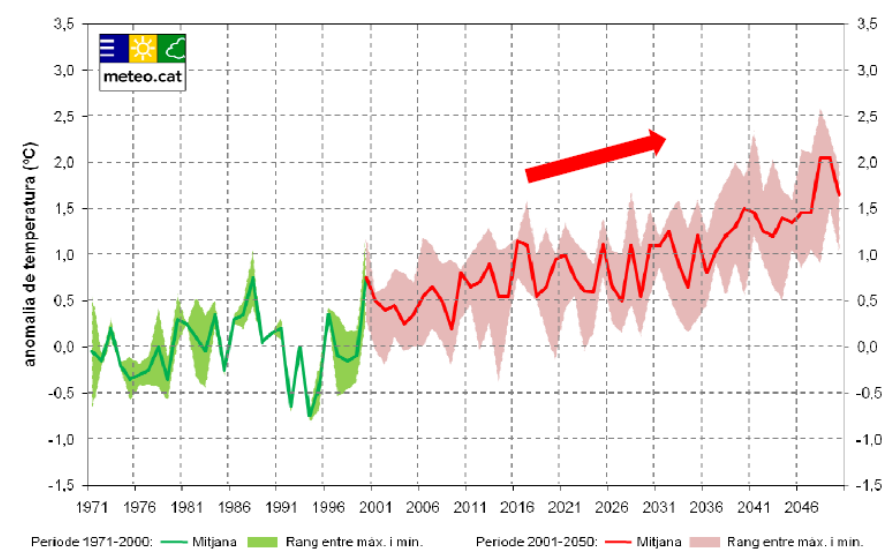


Figura 1. Evolució de la temperatura anual a la zona litoral-prelitoral de Catalunya. Font: Pla de Resiliència i Adaptació al Canvi Climàtic

Amb l'objectiu de construir una ciutat més resiliència i menys vulnerable, l'Ajuntament de Barcelona ha redactat el *Pla Clima*. El *Pla Clima* pretén ser una visió integradora de les mesures per fer front al canvi climàtic, i té 4 eixos estratègics: mitigació, adaptació/resiliència, justícia climàtica i impuls a l'acció ciutadana. Aquest Pla té un horitzó temporal al 2030, i inclou objectius i mesures estratègiques a curt termini (2018-2020) i a mig-llarg termini (2021-2030).

En el marc d'aquest Pla, s'ha creat la Taula per l'Emergència Climàtica que té com a objectiu elaborar els continguts de la *Declaració d'Emergència Climàtica de Barcelona*. És un grup de treball del Consell de Sostenibilitat que busca mantenir l'esperit de participació i compromís col·lectiu amb el que es va elaborar el *Pla Clima* a Barcelona. Alhora, hi suma les administracions de l'Estat i la Generalitat, així com tots els grups municipals, per tal de generar un marc de treball que comprometi a l'ajuntament i la resta d'agents implicats a fer front l'emergència climàtica. Abans del 31 de desembre de 2019, la Taula plantejarà un Pla d'Acció 2020-2025 amb mesures concretes a desenvolupar per fer front de manera efectiva a l'emergència climàtica i en farà el seguiment i l'avaluació. L'Emergència Climàtica a Barcelona ha estat declarada el 15 de gener de 2020.

En línia amb el *Pla Clima*, l'any 2016 es va dur a terme el projecte ESMAB (*Escenaris Climàtics Regionalitzats a l'Àrea Metropolitana de Barcelona*), realitzat per l'Àrea Metropolitana de Barcelona, el Servei Meteorològic de Catalunya i Barcelona Regional. En aquest estudi es descriuen les principals característiques del clima actual de la ciutat i les prediccions futures, a partir dels escenaris de canvi climàtic (RCP, *Representative Concentration Pathways*) definits a l'any 2014.

La precipitació mitja anual de la ciutat de Barcelona per al període 1995 a 2018, segons dades de la xarxa de pluviòmetres de l'Ajuntament de Barcelona, actualment gestionats per BCASA, és de **519 mm**. Es disposa d'un total de 20-25 pluviòmetres, en funció del període, distribuïts per tot

el territori de la ciutat i per tant molt representatiu de la precipitació real. Cal destacar que aquest valor ha anat disminuint també al llarg dels últims anys (a excepció de l'any 2018), ja que la pluviometria anual de Barcelona se situava històricament al voltant dels 600 mm.

A la Figura 2 es representa l'evolució de la pluviometria anual mitjana de la ciutat de Barcelona en els darrers 20 anys. Cal remarcar que, a excepció de l'any 2018, els darrers anys analitzats han estat especialment secs, ja que la pluviometria mitjana anual ha estat sensiblement inferior a la mitjana.

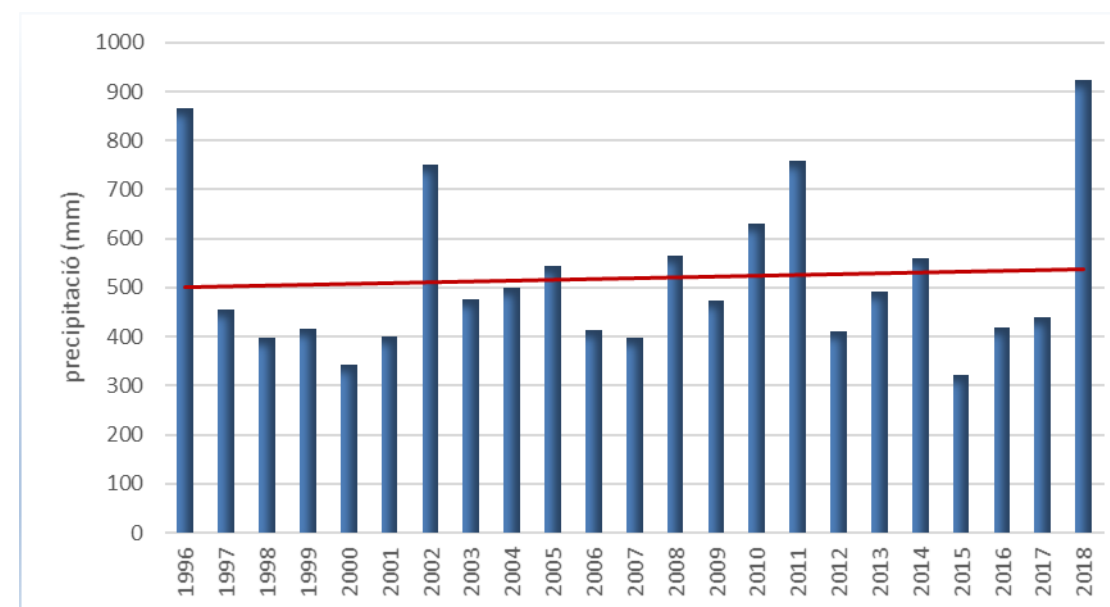


Figura 2. Evolució de la pluviometria anual a la ciutat de Barcelona

Per als diferents escenaris de canvi climàtic RCP, es preveu una disminució de la pluviometria mitjana a la ciutat de Barcelona d'entre un 14% i un 26% a finals de segle, respecte de la pluviometria mitjana del període 1971-2000. Aquest descens seria més acusat a la primavera i a l'estiu, on es registrarien els períodes més secs.

Pel que fa a la precipitació màxima diària, els diferents escenaris de canvi climàtic mostren un increment d'entre el 5 i el 10% en el període 2011-2040, però cap a finals de segle es preveu una disminució similar, per tant les variacions globals serien poc significatives.

En els diferents apartats d'aquest Pla s'analitza si les previsions dels diferents escenaris de canvi climàtic poden afectar de manera significativa la previsió de futur dels recursos disponibles i el cobriment de les demandes.

1.3. EL PLANS D'ACTUACIÓ MUNICIPAL

Les actuacions en relació a l'estalvi i l'eficiència en la gestió de l'aigua portades a terme en el marc del Pla d'Actuació Municipal (en endavant PAM) 2012-2015, ja van permetre avançar en la reducció del consum d'aigua potable i millorar el drenatge de la ciutat i la qualitat de les aigües del litoral. Les mesures portades a terme inclouen:

- Ampliar i millorar la xarxa freàtica i altres recursos hídrics alternatius i incrementar la utilització d'aquests recursos per al reg de parcs i jardins, la neteja de carrers i la neteja del clavegueram (lligat amb el desenvolupament dels Plans predecessors a aquesta actualització).
- Millorar la xarxa de reg als parcs i jardins, i implantar una nova xarxa per a l'estalvi d'aigua.
- Implantar millores per a l'estalvi d'aigua i energètic a les fonts ornamentals.
- Fomentar l'estalvi d'aigua a les dependències i serveis municipals.
- Impulsar la instal·lació progressiva de dipòsits de recollida d'aigües pluvials als edificis municipals, així com al parc d' habitatge públic.

El PAM 2016-2019 integra el compromís de la ciutat envers la sostenibilitat en tots els seus eixos:



Figura 3. Eixos PAM 2016-2019

Donada la gran transversalitat que té l'aigua als diferents processos de la ciutat, diversos d'aquests eixos en fan referència:

- Al 1er eix, “Una Barcelona diversa que asseguri el bon viure”, el punt 1.1. Justícia Global té entre els seus objectius garantir l'accés universal als serveis públics municipals (inclòs l'aigua) i les actuacions fan referència a:
 - Implantar la tarificació social dels serveis municipals.
 - Impulsar acords amb les companyies subministradores d'aigua, gas i electricitat per evitar els talls per falta de pagament.
 - Fer auditories dels serveis bàsics per determinar costos reals, origen i destí dels beneficis. Els resultats han de servir perquè les empreses gestores facin les inversions necessàries per evitar situacions de risc en el subministrament.
- Al 2n eix, “Una Barcelona amb empenta per a una economia plural”, el punt 2.1 “Desenvolupament i economia de proximitat” té entre d'altres objectius orientar el model econòmic cap a la mitigació i adaptació al canvi climàtic i proposa la modernització ecològica del comerç fent èmfasi en la reducció del consum d'aigua, entre d'altres.

- Al 3er eix “Una Barcelona més humana i en transició ecològica”:
 - En el punt 3.2 “Verd urbà i biodiversitat”, es proposen diverses actuacions que incidiran en el cicle de l'aigua de la ciutat com l'ampliació dels espais verds i la rehabilitació de parcs i jardins, incloent la seva xarxa de reg.
 - El punt 3.5 “Energia i canvi climàtic”, té com objectiu avançar cap a una gestió pública integral del cicle de l'aigua i es proposa l'actualització del present Pla, del Protocol de Sequera de Barcelona i l'extensió de la xarxa d'aigües freàtiques amb l'objectiu d'avançar cap a una gestió sostenible i racional de l'aigua incidint en l'estalvi d'aigua potable, la seva optimització i la substitució per recursos hídrics alternatius.

1.4. BARCELONA I LA SEQUERA

La sequera és un fet recurrent al nostre territori. Al llarg del temps, s'han donat diversos episodis de sequera que han comportat que diversos municipis catalans, entre d'altres Barcelona, patissin problemes en l'abastiment d'aigua, arribant a realitzar-se restriccions a l'ús i talls en el subministrament per tal d'assegurar l'aigua de boca.

L'abastament d'aigua potable a l'àrea de Barcelona i a la seva zona d'influència es realitza mitjançant un sistema regional en alta que utilitza principalment recursos d'aigua superficial regulats pel sistema Ter-Llobregat, que inclou les conques dels rius Ter (amb els embassaments de Sau i Susqueda) i del Llobregat (amb els embassaments de la Baells, Sant Ponç i la Llosa del Cavall). L'abastament al sistema Ter-Llobregat actualment és deficitari, conseqüència d'això, en els darrers 30 anys s'han hagut d'aplicar mesures d'excepcionalitat en cinc ocasions, fet prou simptomàtic de què, amb les demandes actuals, la situació no és sostenible.

A nivell de Comunitat Autònoma, l'Agència Catalana de l'Aigua va elaborar al 2016 el Pla Especial d'Actuació en Situacions d'Alerta i Eventual Sequera (PES) (aprobat definitivament el 8 de gener de 2020, ACORD GOV/1/2020), que es tradueix en una protocol·lització i millora dels decrets de sequera que s'han desenvolupat els darrers anys, amb una relació d'accions (mesures) derivades de l'assoliment d'uns indicadors (nivells de reserva dels embassaments), i que ha de servir de base del pla de previsió davant de condicions de sequera hídrica. Es defineixen nous escenaris d'estat hidrològic respecte els decrets promulgats anys anteriors. Aquests són els escenaris de Prealerta (que a Barcelona s'ha subdividit en Prealerta I i II), Alerta, Excepcionalitat i Emergència (I, II i III).

Cal destacar que en el PES s'estableix que els municipis amb una població empadronada igual o superior a 20.000 habitants han d'elaborar un pla d'emergència per a situacions de sequera dels usos urbans.

En aquesta línia, i arran de la baixa precipitació durant l'any hidrològic 2015/2016, l'Ajuntament de Barcelona, per iniciativa de la Gerència d'Ecologia Urbana, inicia al 2016 els treballs d'actualització del Pla d'Actuació Municipal per a Risc de Sequera (2007), amb el nom de Protocol per Situació de Sequera, que s'annexa al Pla de Protecció Civil Municipal de Barcelona, que és el pla general des d'on es coordinen els grups operatius municipals per afrontar l'emergència.

En el Protocol per Situació de Sequera de Barcelona, aprovat en Plenari del Consell Municipal a març de 2018, es desenvolupen el conjunt sistemàtic d'actuacions que els serveis municipals i d'altres externs han de dur a terme davant de situacions de sequera, tenint en consideració no només les mesures previstes a la normativa vigent, sinó també d'altres mesures extraordinàries, tant de caire preventiu com actiu, per una gestió de l'aigua més eficient i una major sensibilització de la ciutadania.

Aquest protocol té com a objectiu establir un model d'actuació dels serveis municipals, que garanteixi la coordinació i actuació operativa dels serveis i recursos necessaris, a fi de minimitzar els efectes de les situacions de sequera, de forma que la intervenció aconsegueixi els següents objectius específics:

- Anticipar-se a situacions de risc de sequera i preveure actuacions per tal d'adequar-se als requeriments i necessitats de gestió en matèria hídrica de la ciutat.
- Sensibilitzar a la ciutadania en la millora dels hàbits de consum de l'aigua.
- Organitzar, coordinar i vetllar pel compliment de les actuacions necessàries pel bon ús dels recursos hídrics de la ciutat.
- Minimitzar els danys a les persones, medi ambient, béns i infraestructures de la ciutat i dels ciutadans.
- Facilitar informació als afectats directes i a la resta de la ciutadania en general.
- Col·laborar amb les administracions hidràuliques en el desenvolupament del Protocol en situació de Sequera i les normatives aplicables en tot moment.

Per al desenvolupament d'aquests objectius, es treballen dues línies complementàries:

- Per una banda, establir mesures de caire preventiu, d'estalvi i eficiència en la gestió del recurs, que permetin avançar-se a les possibles situacions de sequera, fent de Barcelona una ciutat resilient. En aquest sentit, es fa referència a tot el treball que s'està desenvolupant des dels compromisos de la ciutat per a l'estalvi i l'eficiència, ja sigui del Compromís Ciutadà per la Sostenibilitat 2012-2022 o el PAM 2016-2019, on moltes de les accions preventives es materialitzen en el present Pla.
- I per altra banda, establir mesures de caire reactiu, on ja en situació de sequera es trobin clarament definides les tasques concretes a dur a terme i els responsables assignats.

En cas d'assolir els diferents escenaris de sequera, el Protocol té previst portar a terme tot un seguit d'accions, tenint en compte diferents àmbits d'actuació. Per una banda, es defineixen accions de sensibilització i comunicació, i per altra banda, accions concretes per a l'estalvi d'aigua per aquells serveis o activitats que més consum d'aigua generen (abastament general, jardins i espais verds, fonts ornamentals, neteja urbana, neteja de vehicles i instal·lacions esportives i piscines).

Entre d'altres aspectes, cal remarcar que pel que fa als serveis d'àmbit municipal que depenen de Medi Ambient i Serveis Urbans, s'ha realitzat una anàlisi de l'estalvi en el consum d'aigua, potable i freàtica, que suposaria l'aplicació de les actuacions proposades en els diferents escenaris de sequera.

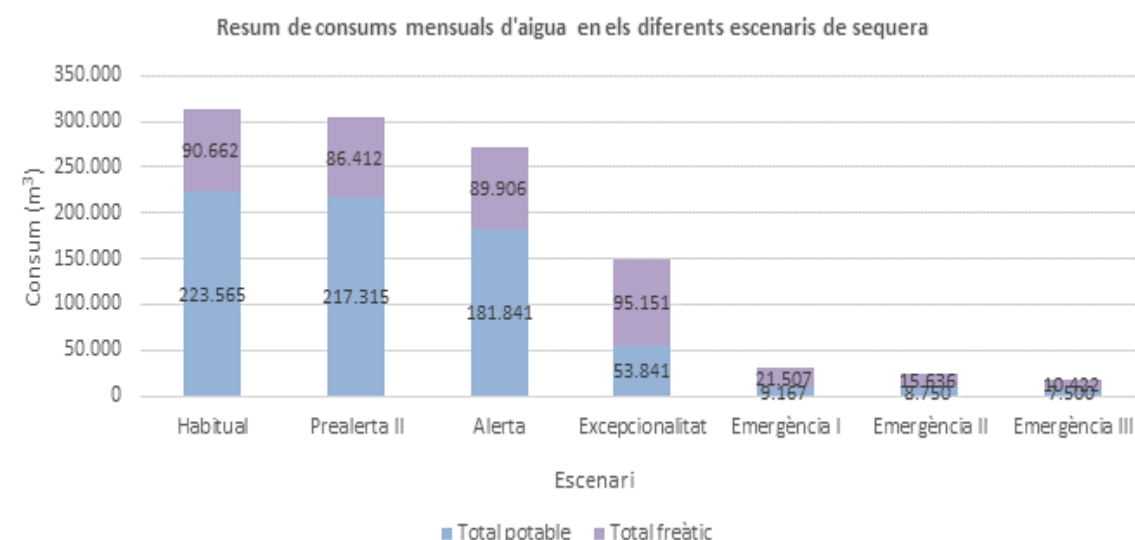


Figura 4. Reducció del consum d'aigua potable i freàtica en els diferents escenaris de sequera en serveis municipals que depenen de Medi Ambient i Serveis Urbans

1.5. ALTRES CONDICIONANTS PEL DESENVOLUPAMENT DEL PLA

A més de tots els condicionants esmentats als apartats anteriors, pel desenvolupament de sistemes de distribució de recursos hídrics alternatius, en cal tenir present un altre: l'oportunitat del moment de les actuacions, ja que per raons de cost i de reducció de l'impacte a la ciutat, és molt convenient lligar l'execució de les obres a les actuacions de nova urbanització o de renovació urbana. Alguns exemples, en el cas de la xarxa del freàtic, són: l'execució de la xarxa del freàtic del tramvia (Tram Baix i Tram Besòs), la renovació de la xarxa del freàtic de la Ronda del Mig, o la remodelació de la xarxa del freàtic dels sectors de la Sagrera i Glòries, per posar alguns exemples. En moltes ocasions, aquest factor d'oportunitat ha pesat més que els factors estrictament hídrics a l'hora de plantejar els desenvolupaments dels sistemes de distribució d'aigua no potable.

2. ELS PLANS PREDECESSORS

El subsòl de Barcelona, especialment el corresponent al Poble Nou i a Sant Andreu (ubicats al delta i curs baix del Besòs), és ric en recursos hídrics, fet que va propiciar l'important desenvolupament industrial de finals del segle XIX en aquest sector. No obstant això, la seva sobreexplotació (va arribar a sobrepassar els 60 hm³/any) va donar lloc a un important descens del nivell freàtic i a la salinització de l'aqüífer. A partir dels anys 70 s'inicià un progressiu abandonament per part de les indústries de les explotacions d'aigua del subsòl, fet que va permetre la recuperació del nivell freàtic a les seves cotes naturals. Aquest augment del nivell freàtic va provocar problemes en diferents infraestructures existents al subsòl que s'havien construït quan el nivell freàtic estava anormalment baix, com ara la xarxa de metro.

L'aprofitament directe d'un aqüífer actualment infraexplotat, proper i a poca fondària, permet reduir el consum d'aigua potable en usos que no requereixen l'esmentada qualitat de l'aigua, com són determinats serveis municipals, fent un ús més racional i eficient dels recursos hídrics i energètics disponibles.

Per aquest motiu, l'Ajuntament de Barcelona va redactar l'any 1998 el "Pla per a l'aprofitament de l'aigua del subsòl de Barcelona", que tenia com a objectiu fer un ús més racional dels recursos hídrics totals disponibles, introduint criteris de sostenibilitat mediambiental. El Pla es va desenvolupar per a donar compliment a allò acordat pel Consell Plenari de 25 d'abril de 1997, de presentar "una proposta per a l'explotació sostenible i racional de l'aqüífer que permeti mantenir el seu nivell a cotes raonables", proposta que cal emmarcar en un context més ampli de millora de la gestió integral del cicle de l'aigua objectiu recollit als darrers Programes d'Actuació Municipal.

Un cop assolits els objectius del Pla del 98 i esgotat el seu horitzó temporal i les propostes d'actuació que contemplava, l'Ajuntament va considerar oportú, després de la sequera del 2008, redactar un Pla completament nou, incorporant nous objectius molt més ambiciosos, i ampliant el seu àmbit a altres recursos hídrics alternatius a l'aigua potable, més enllà de l'aigua freàtica, com per exemple l'aigua regenerada o les aigües pluvials. Així va néixer el Pla tècnic per l'aprofitament dels recursos hídrics alternatius a Barcelona del 2009 i posteriorment, l'actualització del mateix al 2013.

A continuació s'exposen, a grans trets, els criteris de desenvolupament, contingut i objectius dels Plans anteriors (Pla del 98, PLARHAB 2009 i PLARHAB 2013).

2.1. EL PLA PER L'APROFITAMENT D'AIGÜES DEL SUBSÒL DE 1998

2.1.1. Criteris pel desenvolupament del Pla del 98

El Pla del 98 establia els criteris per tal d'afavorir la utilització de les aigües subterrànies i controlar els problemes causats per l'ascens del nivell freàtic.

Aquest Pla, que establia uns objectius amb l'horitzó del 2003, es va desenvolupar mitjançant diferents instruments de planificació i projectes constructius. Entre els projectes executats cal destacar el "Projecte de preservació de les reserves d'aigua potable mitjançant l'aprofitament de les aigües freàtiques pels serveis municipals", redactat a l'octubre de 2000, i finançat amb una

subvenció dels Fons de Cohesió, que va promoure una sèrie d'actuacions que van permetre assolir en bona part els objectius del Pla.

Entre els instruments de planificació cal destacar que al gener de 1999 es va redactar un "Avanç de Pla Director de l'abastament d'aigua del subsòl de la ciutat a la muntanya de Montjuïc" amb l'objectiu d'aconseguir que la totalitat dels usos municipals de la muntanya que no tenen necessitat d'emprar aigua potable (reg d'espais verds, fonts ornamentals i neteja viària), poguessin utilitzar l'aigua freàtica, de manera que la muntanya, emblemàtica per als barcelonins, fos també un referent de sostenibilitat en relació a la gestió de l'aigua. Aquest document es va concebre com una eina d'anàlisi i reflexió pels diferents serveis municipals, estudiant la viabilitat tècnica i econòmica de les diferents propostes, amb l'objectiu final de redactar posteriorment els diferents projectes sobre una base amb ampli consens.

En relació als recursos disponibles, l'Ajuntament de Barcelona va realitzar un estudi amb la col·laboració de la Universitat Politècnica de Catalunya i CLABSA, per tal de redactar el Pla en base a un bon coneixement de la problemàtica entorn les aigües del subsòl del pla de Barcelona. Arran d'aquest estudi, es va quantificar en un màxim d'uns 10 hm³/any el volum màxim d'aigua utilitzable per a mantenir el nivell freàtic a les cotes existents en aquell moment.

En relació als usos que potencialment es podien abastir amb aigua del subsòl, proposava:

- afavorir la substitució de l'ús d'aigua potable per aigües del subsòl en aquells usos que no requereixen tanta qualitat, tant en serveis municipals (reg d'espais verds, neteja de carrers i clavegueram, fonts ornamentals, neteja de vehicles i instal·lacions de les diferents contractes de manteniment, climatització d'edificis públics); com per a usos industrials (refrigeració, rentat de cotxes, rentats industrials, reg de zones verdes privades, etc.), sempre que això fos possible, tenint en compte tants aspectes tècnics i econòmics com mediambientals.
- abocar aigües del subsòl a la llera del Besòs per donar suport a la seva regeneració, per tal d'aconseguir un cert cabal ecològic, i al pantà de Vallvidrera per a la seva recuperació, ambdues actuacions lligades al procés de les respectives obres globals de més ampli abast.

D'acord amb el Pla, la utilització d'aquesta aigua requeria l'execució d'una xarxa de distribució consistent en diferents sistemes a l'entorn dels diferents punts de captació, bàsicament a les filtracions a la xarxa del metro. Aquest plantejament es feia per evitar els tributs que gravaven les captacions, fins i tot les destinades als serveis municipals. Amb l'aprovació, al juliol de 1999, de la Llei 6/1999 d'ordenació, gestió i tributació de l'aigua (LOGTA), es va modificar la fiscalitat de l'aigua que es destina als serveis municipals, que queda exempta del cànon de l'aigua.

Per aquest fet, es descarta realitzar un aprofitament directe de les filtracions a les infraestructures del metro, ja que es considera més eficaç la captació a través de pous contigus a aquestes. Amb aquesta opció s'obtenia una millor qualitat de l'aigua, i es reduïen les filtracions com a conseqüència de la disminució del nivell piezomètric, amb la conseqüent reducció dels problemes i riscos que aquestes ocasionaven al gestor de la infraestructura.

2.1.2. Objectius de Pla del 98

El Pla estava previst desenvolupar-lo en diferents etapes, sent la primera la inclosa en el Pla d'Actuació Municipal 2000-2003, amb una inversió prevista superior als 4 M€, amb una subvenció

del 80% dels fons de Cohesió i que es va concretar en el "Projecte de preservació de les reserves d'aigua potable mitjançant l'aprofitament de les aigües freàtiques pels serveis municipals". En aquest horitzó, pel que fa als serveis municipals, el Pla proposava aconseguir, almenys:

- abastir el 15% dels 4,2 hm³/any, que consumia Espais Verds per al reg de les zones verdes (prioritàriament les 100 Ha de zones verdes ubicades a l'entorn de les Rondes i dels dipòsits de regulació d'avingudes).
- subministrar un 20% dels 0,5 hm³/any que s'utilitzaven per la neteja de carrers.
- subministrar 0,35 hm³/any a les fonts ornamentals.
- subministrar 0,02 hm³/any per la neteja del clavegueram, estudiant la conveniència de tornar a introduir les càmeres de descàrrega en alguns indrets molt puntuals.

És a dir, globalment es proposava arribar a uns aprofitaments mínims en serveis municipals de 1,15 hm³/any, segons els consums de 1997. Aquest volum suposava un 11% dels recursos potencialment susceptibles de la seva utilització (estimats en 10 hm³/any), i també suposava un 13% del consum municipal d'aigua (8,9 hm³/any de mitjana dels anys 1995 - 1997).

Pel que respecta als usos pels particulars, es proposava incentivar els aprofitaments en indústries i en les noves zones de desenvolupament urbanístic (Front Marítim i la Sagrera) per tal de mantenir les extraccions de particulars per sobre dels 1,5 hm³/any assolits al 1996 (consums controlats per l'Ajuntament de Barcelona).

D'acord amb el Pla, a més d'aquest volum es podrien destinar a la regeneració de la llera del Besòs altres 1,5 hm³/any, que estarien lligats a les obres a la llera del riu, llavors en curs i que procedirien dels entorns de l'estació del metro del Baró de Viver. En total els aprofitaments públics serien de 2,65 hm³/any, és a dir de l'ordre del 26,5 % dels recursos totals aprofitables.

2.1.3. Contingut del Pla del 98

Aquest document, segons les competències que té l'Ajuntament de Barcelona, no podia ser ni un document urbanístic ni tenir caràcter reglamentari, pel que consistia en un plantejament dels criteris i les mesures que podien impulsar la utilització de les aigües del subsòl, i en una proposta de les actuacions a realitzar en aquesta línia pel propi Ajuntament de Barcelona dins del seu propi àmbit competencial. Aquest Pla es desenvolupava, per tant, en el marc de la legislació de la Generalitat de Catalunya i de l'Estat.

El Pla contemplava diverses actuacions, entre les quals cal destacar:

- l'aprofitament de l'edifici de les aigües, a la Ciutadella, estimat en uns 175.000 m³/any.
- 3 aprofitaments en obres, corresponents al sistema Alfons el Magnànim – Front Litoral i als 2 dipòsits d'aigües freàtiques, lligats als dipòsits de regulació de L'Escola Industrial i de Zona Universitària, amb una potencialitat conjunta de 342.000 m³/any.
- 4 nous aprofitaments en projecte, corresponents a la mina de Sants, les captacions al Paral·lel – Poble Sec i del subsòl del Liceu, totes elles per a pujar aigua a Montjuïc. Les seves potencialitats eren de 241.000 m³/any.

Com a fites més importants del desenvolupament del Pla al llarg d'aquests anys, cal destacar la perforació a finals del 2006 de dos pous al Poble Sec a l'entorn de l'Av. Paral·lel que proporcionen més de 440.000 m³/any, que es destinen a la muntanya de Montjuïc; i la posada en servei a principis del 2008 del nou dipòsit d'aigües freàtiques al castell de Montjuïc, de 1.100 m³ de capacitat, que permet el reg de la zona més alta de la muntanya i augmenta la protecció front el risc d'incendis a la muntanya. També, en el marc de les obres dels set grans dipòsits reguladors d'avingudes al clavegueram de Barcelona, s'han realitzat captacions i tancs d'emmagatzematge d'aigua freàtica que han permès estendre substancialment la xarxa per la ciutat.

2.2. EL PLA TÈCNIC PER L'APROFITAMENT DELS RECURSOS HÍDRICS ALTERNATIUS DE 2009

2.2.1. Criteris pel desenvolupament del PLARHAB 2009

En el Pla del 2009 es van quantificar uns recursos disponibles màxims que estaven a disposició de ser aprofitats distribuïts de la següent manera: en l'al·luvial del Besòs entre 5 i 8 hm³/any i en el Pla de Barcelona de 2 a 3 hm³/any. Això posava de manifest que els recursos eren superiors a les demandes, amb un sostre potencial de 6,4 hm³/any i que no hi hauria problemes d'abastament.

El Pla del 2009, seguint les línies marcades en el Pla del 98, tractava d'establir els criteris per tal d'afavorir la utilització de les aigües subterrànies i així disminuir els problemes que aquesta causa a les infraestructures soterrades. A grans trets, el Pla proposava:

- Estudiar el sostre de recursos disponibles i de demandes, creuant d'ambdós amb criteris qualitatius i quantitatius, amb l'objectiu de definir les actuacions necessàries per substituir progressivament el consum d'aigua potable.
- Estudiar la possibilitat de que aquestes aigües disminuïssin els problemes col·laterals en infraestructures subterrànies.
- Una valoració econòmica de les actuacions proposades.

2.2.2. Objectius del PLARHAB 2009

El Pla es centrava en els consums municipals com a objectius principals, tenint en compte també altres consums minoritaris públics però no municipals. També incloïa l'abastament de consums de la Zona Franca amb aigua regenerada. Els consums a subministrar eren similars als del Pla del 98 i són els que es detallen a continuació:

- Totes les zones verdes amb un consum superior als 3.000 m³/any, i aquelles altres zones verdes (i horts urbans) de menor consum però situades a l'entorn de les actuacions programades.
- Tots els parcs de neteja viària i als parcs de bombers (actuals i previstos).
- Totes les instal·lacions esportives municipals de Montjuïc, i a les més importants de la resta de la ciutat.
- Tots els nous dipòsits reguladors del clavegueram que es construeixin (els actuals ja ho estan), per les tasques de neteja associades a l'explotació d'aquests.

- Llacs i fonts ornamentals emblemàtiques com la Font màgica de Montjuïc, les cascades i les fonts de l'eix de Maria Cristina, de la Plaça Catalunya, el llac de l'Espanya Industrial, i altres consums rellevants de fonts i llacs, així com aquells de menor quantia que estiguin situats a l'entorn de les actuacions planificades.
- Altres equipaments públics singulars d'elevat consum com el zoològic (l'antic i el nou), cotxeres de rentat d'autobusos i vehicles municipals, etc.

2.2.3. Contingut del PLARHAB 2009.

El Pla feia evident que hi havia demandes existents i previstes que es podien servir amb recursos alternatius. Les demandes al 2009 es varen quantificar en un màxim de 5,23 hm³/any inclosos els aprofitaments existents. Les demandes previstes es van estimar en 0,91 hm³/any, essent el total de 6,14 hm³/any (3,94 hm³/any si s'extreuen els consums industrials de la Zona Franca).

Amb les actuacions plantejades al Pla es podien arribar a servir 2,59 hm³/any, que afegits als 0,97 hm³/any servits al 2009 passarien a ser un total de 3,56 hm³/any, corresponents al 90% de la demanda potencial. La inversió prevista en el Pla per al període 2009-2012 era de 4,3 milions d'euros. L'execució d'aquesta inversió va permetre augmentar en 160.000 m³/any el consum d'aigües freàtiques a la ciutat de Barcelona en aquest període.

Entre les actuacions acabades en el període 2009-2013 cal destacar la creació o posta en marxa de sistemes com Torre Llobeta, Lesseps, Urgell, Carmel i Fira 2. Pel que fa a l'ampliació dels sistemes existents, s'han continuat les obres pel tancament de l'anella del Poblenou pel front litoral i el desenvolupament de la xarxa de Montjuïc.

Cal destacar també l'execució en aquest període de la canonada d'aigua regenerada provinent de la línia de tractament terciari de la EDAR del Prat de Llobregat, que ja subministra aigua a la comunitat dels regants riu amunt, i a la barrera contra la intrusió salina. Cal destacar també que s'han executat les obres per portar aquesta aigua a la muntanya de Montjuïc i a les indústries del polígon de la Zona Franca.

2.3. EL PLA TÈCNIC PER L'APROFITAMENT DELS RECURSOS HÍDRICS ALTERNATIUS DE 2013

2.3.1. Criteris pel desenvolupament del PLARHAB 2013

El PLARHAB de 2013 és una actualització del Pla de 2009, en el sentit que es realitza una actualització de la quantificació de la demanda actual i futura, tenint en compte les actuacions realitzades en el període 2009-2012, i es manté com a vàlida l'estimació del recurs realitzada en el Pla del 2009. Els criteris i els objectius són els mateixos que els establerts en el Pla de 2009 i esmentats anteriorment.

2.3.2. Objectius del PLARHAB 2013

El PLARHAB 2013 és un document tècnic que inclou les actuacions realitzades en el desenvolupament de la xarxa d'aigua freàtica a la ciutat en el període 2009-2013, i actualitza la planificació de la xarxa d'aigua freàtica tenint en compte els grans projectes d'urbanització de la ciutat que es troben en fase de desenvolupament en aquest període.

A més, inclou la planificació del desplegament de la xarxa d'aigua freàtica amb l'objectiu de donar una major garantia de subministrament als sistemes existents, plantejant interconnexions entre sistemes i noves captacions en aquells sistemes que siguin deficitaris, a partir d'una visió global de la distribució dels consums i recursos hídrics alternatius de la ciutat.

2.3.3. Contingut del PLARHAB 2013.

Les demandes que es podien servir amb recursos alternatius al 2013 es varen quantificar en un màxim de 5,16 hm³/any inclosos els aprofitaments existents. Les demandes previstes es van estimar en 1,36 hm³/any, essent el total de 6,52 hm³/any (4,32 hm³/any si s'extreuen els consums industrials de la Zona Franca).

Les actuacions proposades al PLARHAB 2013 són les mateixes que les del Pla de 2009, traient aquelles que ja estan fetes, i traspasant-les als sistemes existents. Amb les actuacions plantejades al Pla es podrien arribar a servir 2,40 hm³/any, que afegits als 1,35 hm³/any servits al 2013 passarien a ser un total de 3,75 hm³/any, corresponents al 87% de la demanda potencial.

Entre les actuacions acabades durant el període 2013-2016 cal destacar la construcció del Dipòsit de la Rambla Brasil i l'adequació del Dipòsit del Parc Central del Poblenou. La inversió realitzada durant el període 2013-2016 en el desenvolupament de la xarxa d'aigües freàtiques ha estat de 690.000 €. Aquesta inversió ha permès augmentar en 10.000 m³/any el consum d'aigües freàtiques a la ciutat de Barcelona.

En resum, gràcies a les inversions realitzades en els últims anys, en base a les actuacions proposades en els diversos Plans redactats, la ciutat de Barcelona disposava de 27 sistemes operatius, amb una xarxa propera als 87,1 km de longitud i 31 hidrants en servei per a la càrrega de camions cisterna.

3. EVOLUCIÓ DELS CONSUMS D'AIGUA A LA CIUTAT

3.1. EVOLUCIÓ DEL CONSUM D'AIGUA POTABLE A LA CIUTAT

Durant els darrers 20 anys s'ha produït un continuat descens del consum total d'aigua potable a Barcelona, assolint-se el seu mínim l'any 2014, amb un consum total de 91,4 hm³, i amb un petit repunt en el consum fins als 96,14 hm³ consumits el 2017. Aquest descens, reflectit a la Figura 5, suposa una disminució de 16,7% en el consum d'aigua potable a la ciutat durant el període 1999-2018.

Pel que fa al consum domèstic d'aigua potable per habitant i dia, aquest ha passat dels 132,90 litres al 1999 als 106,98 litres el 2018. D'aquesta manera, Barcelona se situa al capdavant de les grans ciutats europees pel que fa a estalvi d'aigua en comparació amb Londres (166,50 litres/persona/dia o lpd), París (120 lpd) o Roma (234 lpd). És destacable la incidència que el descens del consum domèstic ha tingut i té sobre el consum total ja que representa al voltant del 66% del consum d'aigua potable a la ciutat.

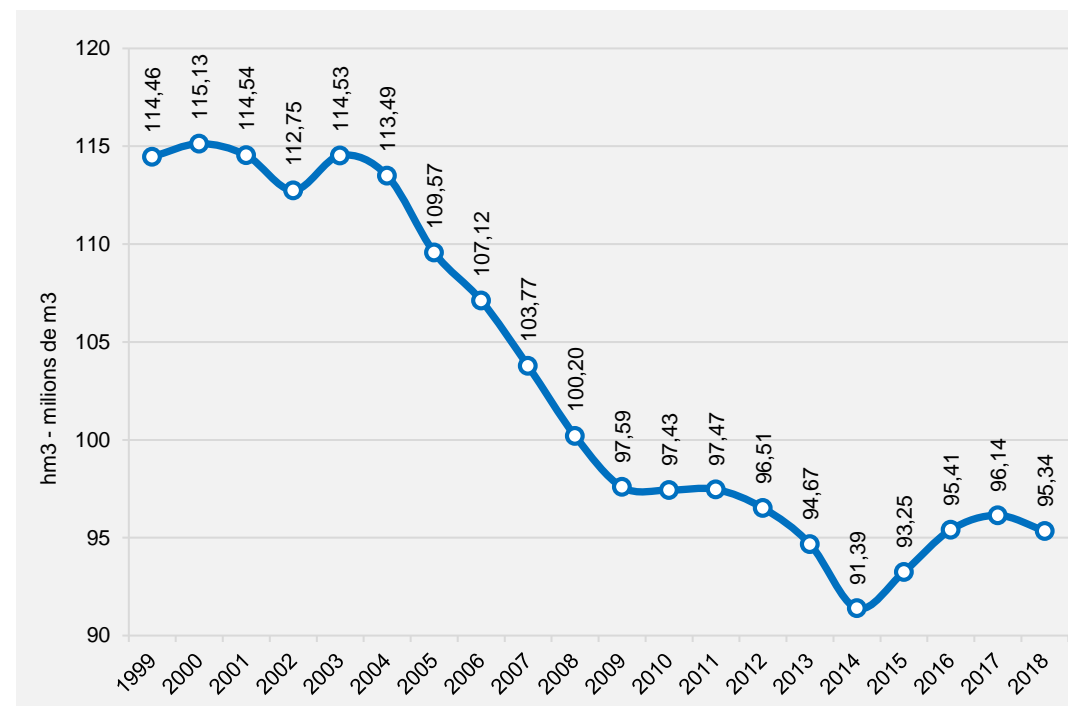


Figura 5. Evolució del consum total d'aigua potable a Barcelona. Període 1999-2018.

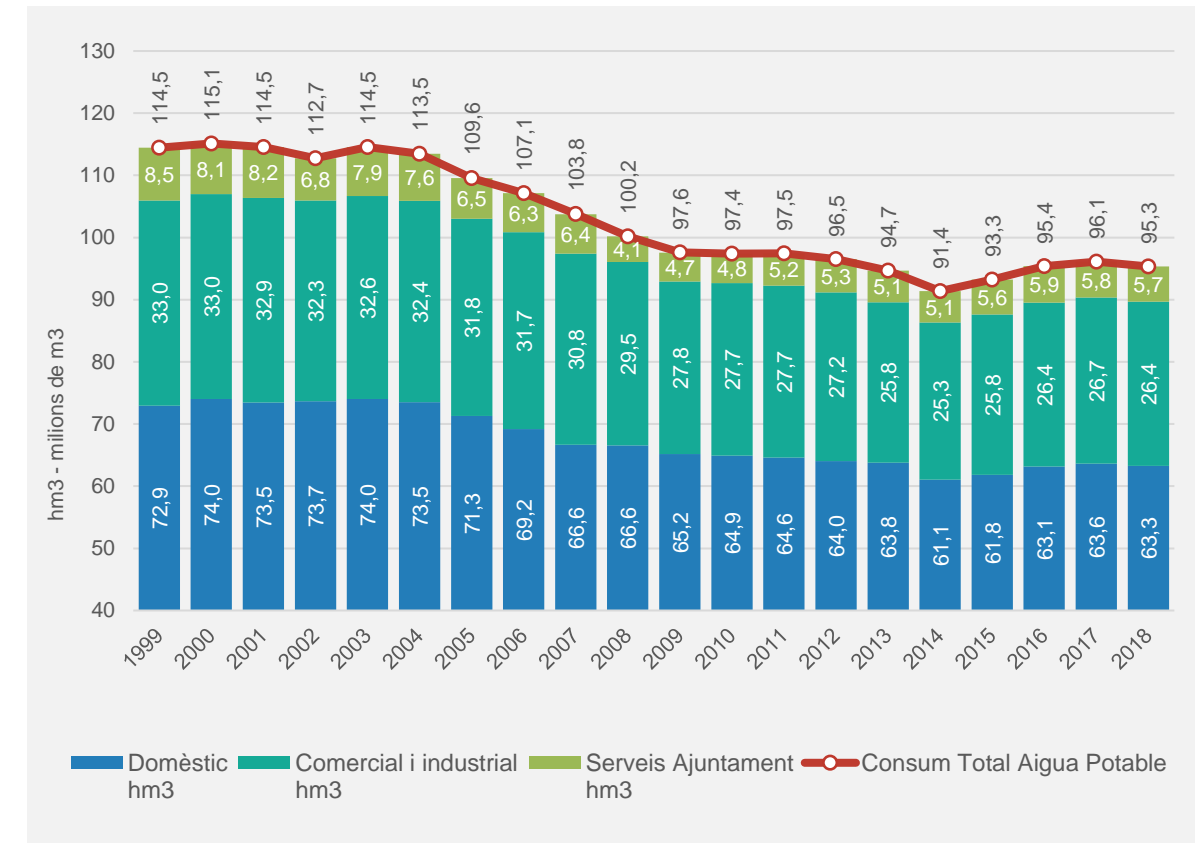


Figura 6. Evolució del consum total d'aigua potable per sectors a Barcelona. Període 1999-2018.

A la Figura 6 es representa el descens continuat en el consum d'aigua potable a la ciutat desglossat per sectors: domèstic, comercial i industrial, i municipal. Com es pot veure, l'any 2018, el consum d'aigua potable dels serveis municipals és de 5,7 hm³, representant menys del 6% del consum total d'aigua potable de la ciutat, sent el consum domèstic de 63,3 hm³ (66%) i el comercial i industrial de 26,4 hm³ (gairebé del 28%).

Aquests valors s'incorporen a l'indicador "4.2 Consum d'aigua" del *Compromís Ciutadà per la Sostenibilitat 2012-2022*, on un dels aspectes que contempla és el consum anual d'aigua potable a la ciutat de Barcelona, tant per al sector domèstic com pel conjunt de sectors (domèstic, comercial-industrial i serveis municipals) repercutit per habitant i per dia.

A la Figura 7 es pot veure la seva tendència des del 1999.

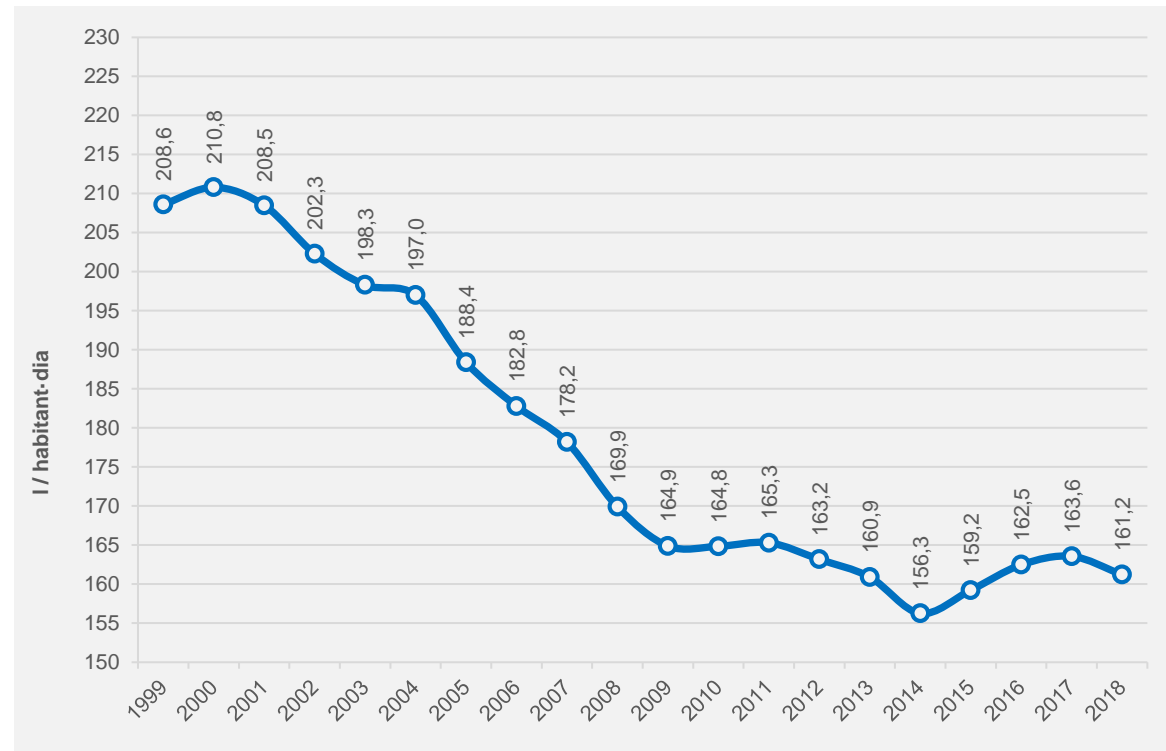


Figura 7. Evolució dels consums d'aigua per persona i dia a Barcelona

Cal destacar el conjunt de les actuacions impulsades per l'Ajuntament de Barcelona en el marc del Compromís Ciutadà per la Sostenibilitat 2012-2022 mitjançant els diferents Programes d'Acció Municipal, que han afavorit el descens generalitzat en el consum d'aigua, i que es resumeixen a continuació:

- Implantació de mesures d'estalvi d'aigua als parcs i jardins
- Regulació del cabal a les fonts de beure i ornamentals
- Reducció del consum d'aigua potable per a la neteja viària
- Foment de l'estalvi d'aigua en els edificis de promoció pública
- Reducció del consum d'aigua als edificis municipals
- Estalvi d'aigua a les escoles
- Divulgació de consells i bones pràctiques a la ciutadania en el marc de l'estalvi d'aigua

3.2. EVOLUCIÓ DEL CONSUM D'AIGUA EN ELS SERVEIS MUNICIPALS

Seguint la tendència general de la ciutat en els últims anys, i amb la voluntat de l'Ajuntament de ser l'exemple en la implantació de bons hàbits d'estalvi d'aigua, els serveis municipals han aconseguit una reducció significativa del seu consum total d'aigua (potable més freàtica) durant el període 2004-2018, tal com es pot veure a la Figura 8.

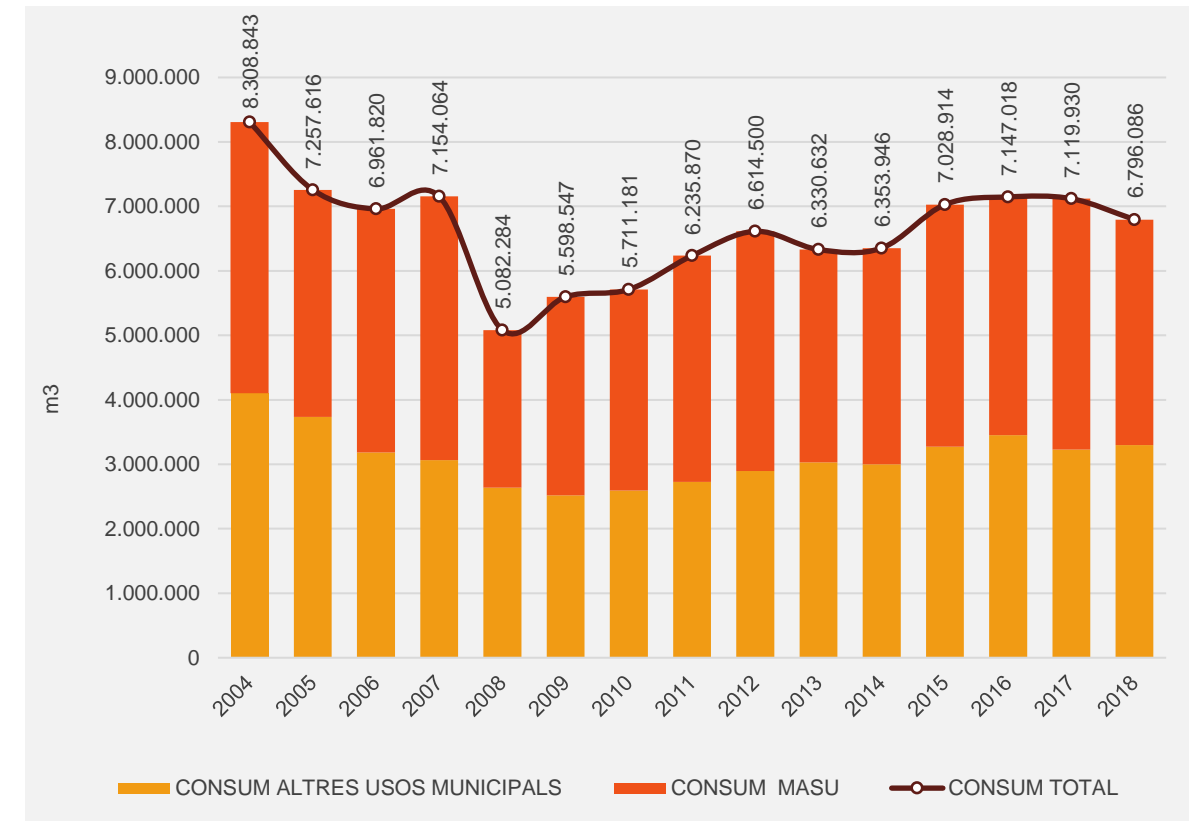


Figura 8. Evolució del consum total d'aigua municipal (potable + freàtica). Període 2004-2018.

Els consums municipals representats a la figura anterior, classificats segons l'origen, corresponent al consum dels serveis de Medi Ambient i Serveis Urbans (MASU) i el consum d'altres serveis de l'Ajuntament, es poden desglossar per serveis, tal i com es pot veure a la Figura 9 i a la Figura 10.

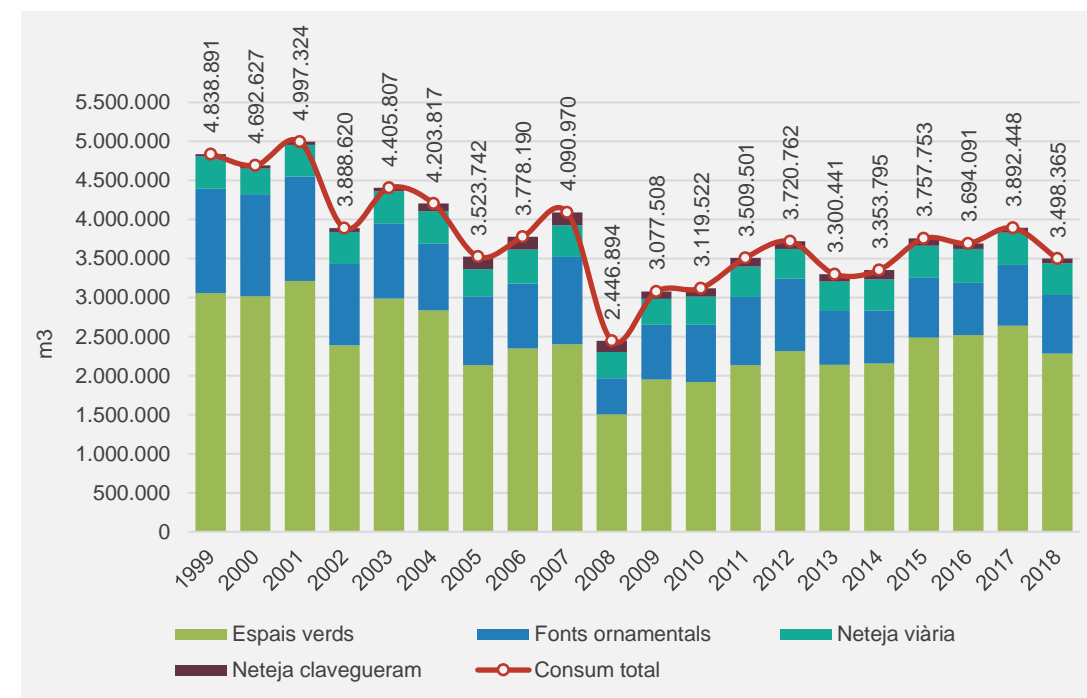


Figura 9. Evolució del consum total d'aigua per als diferents usos de Medi Ambient i Serveis Urbans

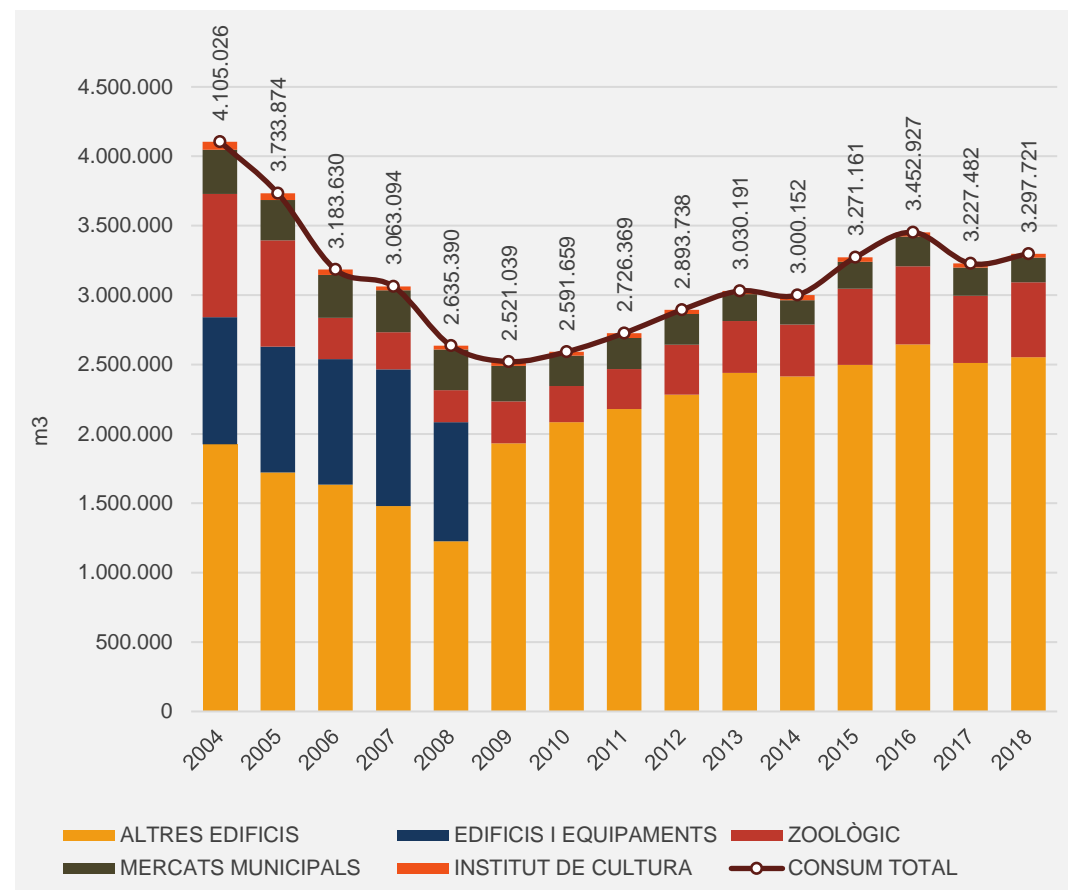


Figura 10. Evolució del consum total d'aigua per als altres usos municipals.

(A partir de 2008, el consum dels edificis i equipaments queda inclòs en el consum d'altres edificis).

A la figura següent es desglossa el repartiment del consum total dels serveis municipals per a l'any 2018.

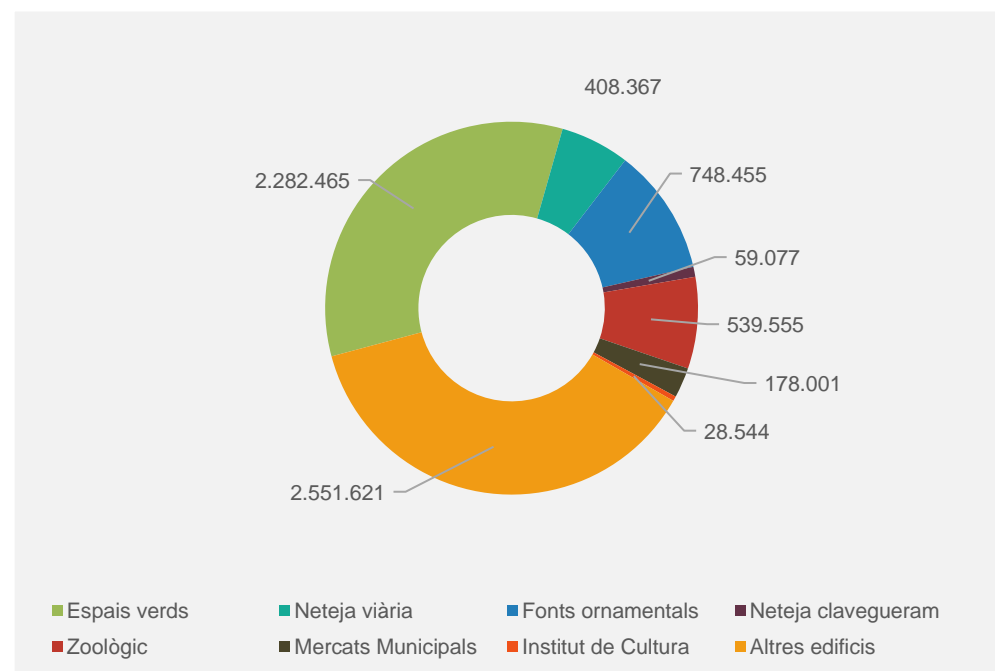


Figura 11. Distribució de consums totals d'aigua dels serveis municipals per l'any 2018.

És evident que part d'aquests consums per a serveis municipals no es podran abastir amb aigua que no compleixi els requisits de l'aigua apta pel consum humà, ja que l'ús és pròpiament l'aigua de boca. Cal doncs definir en quins usos es pot incidir per a reduir el consum d'aigua potable i introduir els recursos hídrics alternatius. Per exemple, serveis com el zoològic o els equipaments esportius municipals serien susceptibles d'utilitzar aigua no potable, sempre que, prèviament, procedissin a segregar les seves xarxes interiors de subministrament per a la neteja, reg i/o d'ompliment de basses o piscines, dels ramals que alimenten altres usos que requereixin la qualitat de l'aigua potable.

En el capítol d'avaluació de les demandes potencials del Pla s'exploren totes aquestes possibilitats i es delimita l'àmbit susceptible d'ésser abastat amb Recursos Hídrics Alternatius (RHA).

3.3. EVOLUCIÓ DEL CONSUM D'AIGÜES FREÀTIQUES ALS SERVEIS MUNICIPALS

El consum d'aigües freàtiques de la ciutat de Barcelona ha experimentat un important augment en els últims anys, gràcies a l'esforç i la inversió realitzada en aquest àmbit, passant de consumir 0,3 hm³ al 1999, fins arribar als 1,27 hm³ al 2016. Això suposa un increment del 422% en el consum d'aigües freàtiques a la ciutat en el període 1999-2016.

A la Figura 12 es mostra el progressiu increment en els últims anys del consum d'aigua del subsòl en substitució de l'aigua potable, en els usos que així ho permeten; i l'evolució de l'índex de sostenibilitat dels serveis municipals en el consum d'aigua.

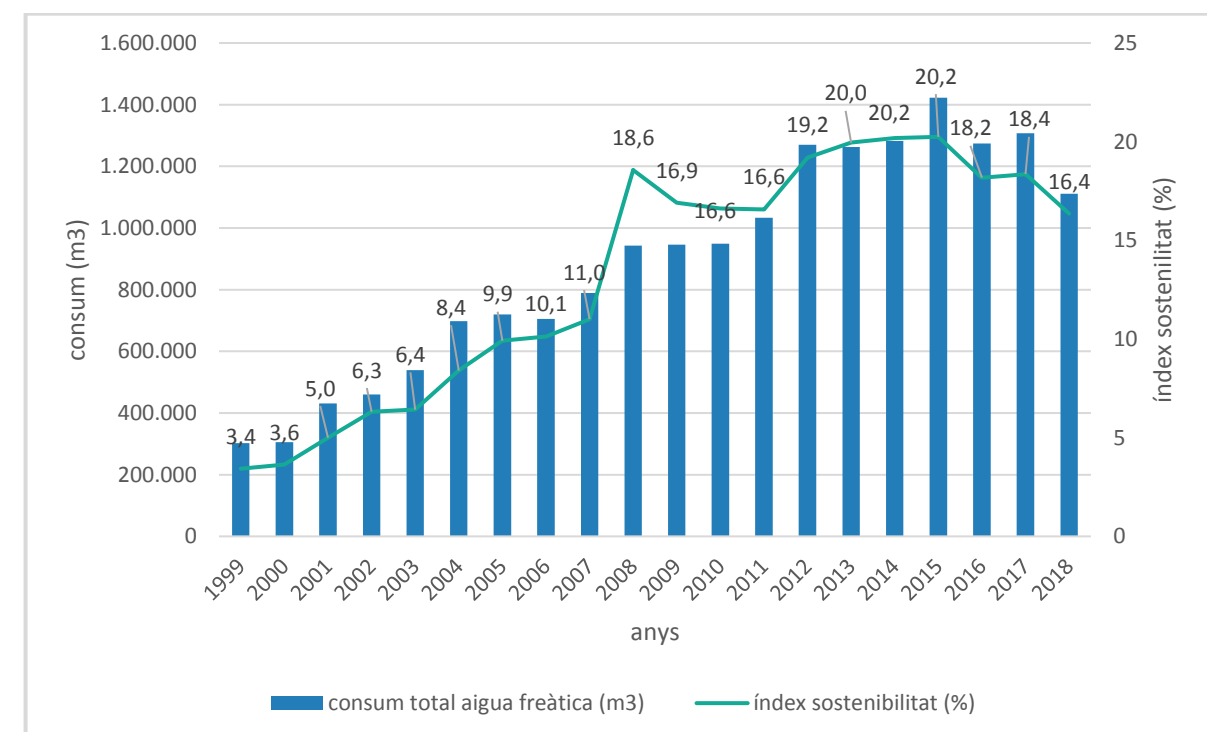


Figura 12. Evolució del consum d'aigua freàtica i índex de sostenibilitat dels serveis municipals

Com es pot veure a la figura anterior, el percentatge d'aigües freàtiques consumides pels serveis municipals equival a un 16,4% del consum total d'aigua per aquests usos. Aquest percentatge correspon a l'Índex de Sostenibilitat del consum d'aigua pels serveis municipals. D'aquests valors s'extreu que hi ha hagut un fort augment en l'ús de l'aigua freàtica fins el 2012, i un consum sostingut durant el període 2013-2018. No obstant això, el consum d'aigua potable encara continua sent molt superior al d'aigua freàtica, tal com es representa a la Figura 13.

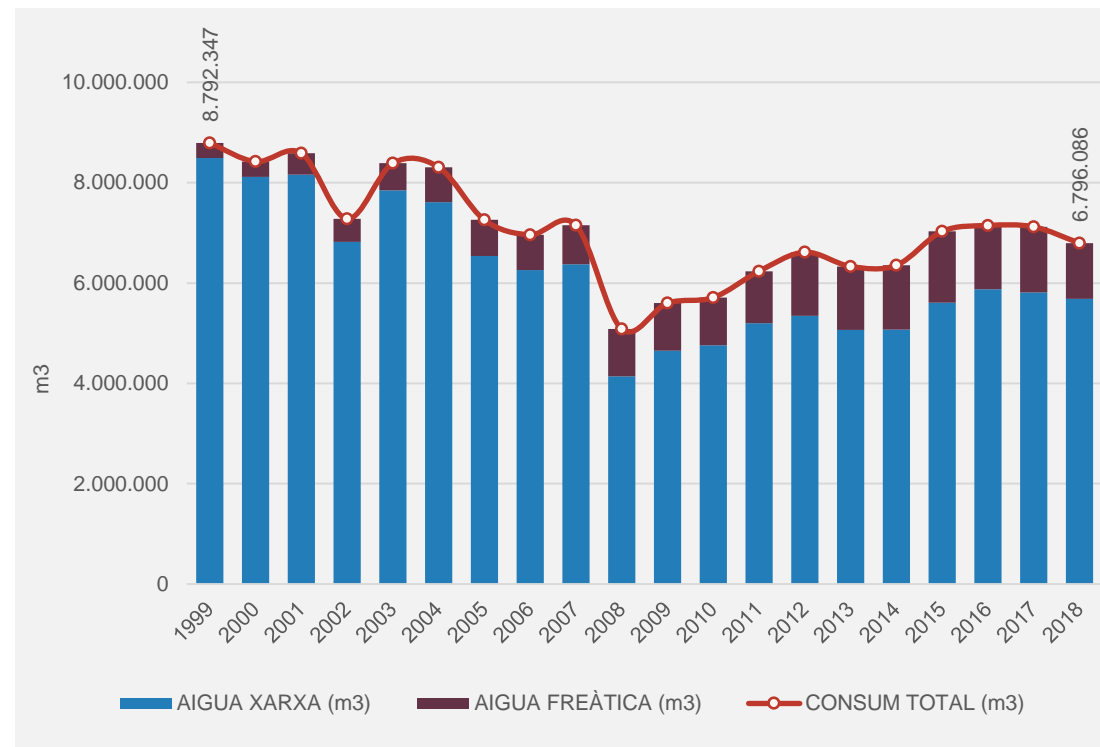


Figura 13. Evolució del consum total d'aigua dels serveis municipals. Període 1999-2018.

Desglossant els consums d'aigües freàtiques segons els diferents usos municipals, es pot veure que en els darrers anys hi ha hagut un fort augment en l'ús d'aigües freàtiques per a l'ompliment de llacs i fonts ornamentals, i un consum sostingut en l'aprofitament d'aigües freàtiques per al reg, la neteja viària i del clavegueram. Cal destacar la utilització en els darrers anys de l'aigua freàtica per a altres usos com per exemple per a instal·lacions esportives o per a subministrament a Parcs de Bombers.

A la Figura 14 es representa l'evolució del consum d'aigua freàtica desglossada pels diferents serveis municipals.

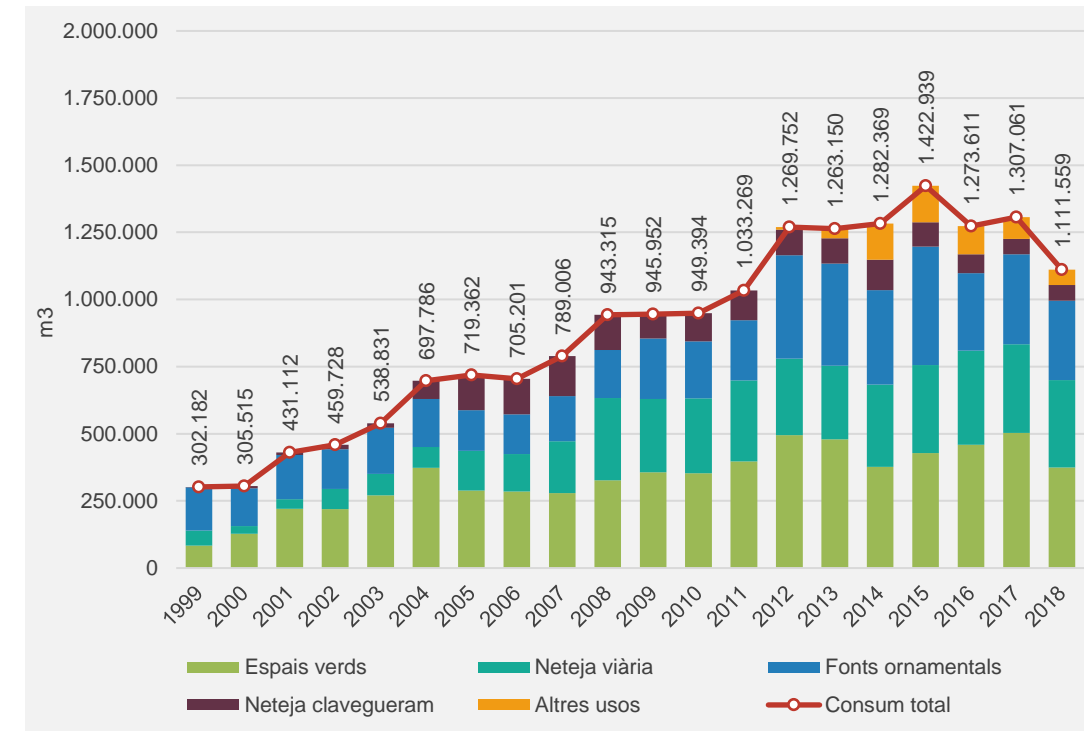


Figura 14. Evolució del consum d'aigua freàtica dels diferents serveis municipals

A continuació es realitza una anàlisi detallada del consum d'aigües freàtiques per als diferents usos gestionats pel Departament de Medi Ambient i Serveis Urbans, que inclouen espais verds, neteja viària, fonts ornamentals i neteja del clavegueram.

3.3.1. Espais verds

Cal tenir en compte que les necessitats d'aigua pel reg de les zones verdes estan molt condicionades per la meteorologia (pluviometria, humitat, temperatura), ja que aquests paràmetres incideixen directament en la evapotranspiració de les diferents espècies vegetals. En aquest sentit, a la Figura 15 es mostren les dades del consum total d'aigua per al reg d'espais verds, tenint en compte la pluviometria anual com a aportació efectiva d'aigua per al reg. Segons la font (espais verds), com a volum d'aigua de pluja efectiva per al reg se suposa la precipitació total anual corresponent al pluviòmetre P19 (situat a Sarrià – Sant Gervasi) multiplicada per la superfície total d'espais verds de la ciutat.

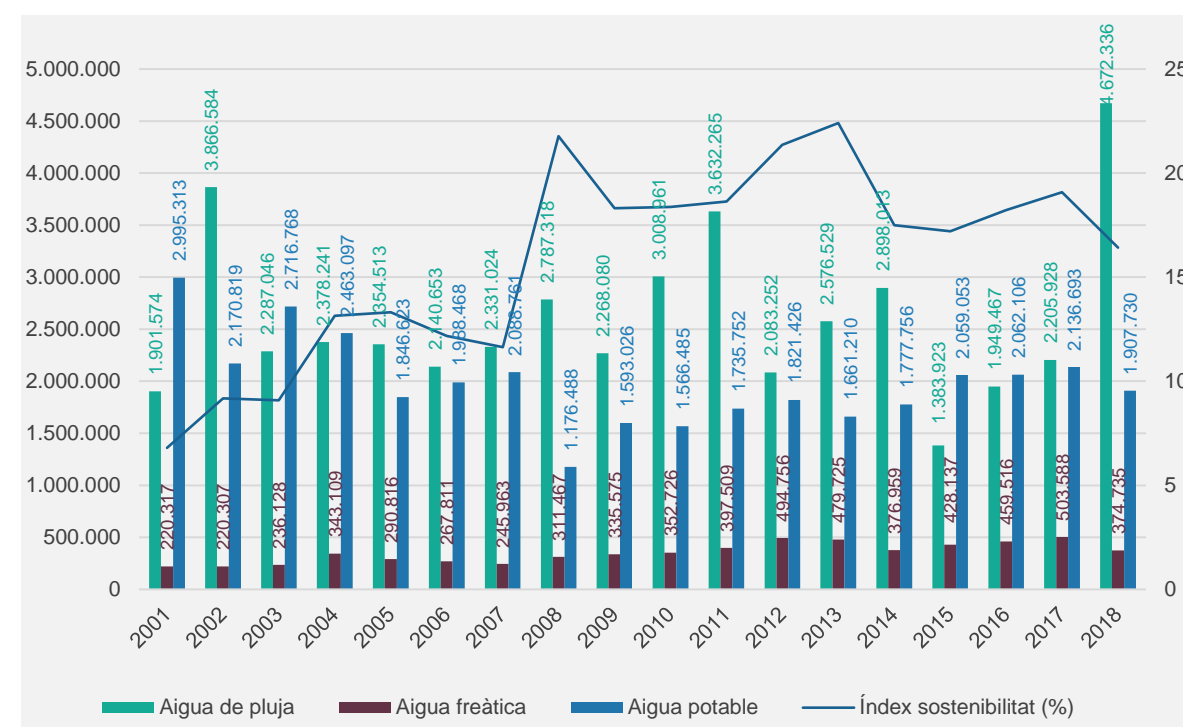


Figura 15. Evolució del consum d'aigua per al reg d'espais verds, expressat en m³

Analitzant les dades, es detecta un increment continu en l'ús de l'aigua freàtica per al reg durant el període 2007-2012, seguit d'un lleuger descens durant el període 2013-2014, tornant a augmentar els anys 2015-2016. Cal esmentar que no es pot establir una relació clara entre l'augment de la pluviometria i el descens del consum d'aigua potable per al reg, degut a la irregularitat del règim de pluges del clima mediterrani (la precipitació caiguda es concentra en pocs episodis d'elevada intensitat, fet que provoca que bona part de la precipitació es perdi per escolament superficial). De fet, s'observa un descens del consum d'aigua potable i del consum d'aigua freàtica l'any 2018 per l'elevada pluviometria, però també s'observa un descens de l'índex de sostenibilitat, que és de gairebé el 16,5 %.

Respecte l'índex de sostenibilitat del consum d'aigua per al reg d'espais verds s'observa que el 2012 i 2013 són els anys on aquest índex és més elevat. En els darrers anys, hi ha hagut un descens respecte aquests valors més alts. A la Taula 1, Resum de l'evolució dels consums dels diferents serveis municipals, es detallen els consums i els índexs de sostenibilitat corresponents durant el període 1999-2018.

3.3.2. Neteja viària

Actualment, la major part de la neteja viària es realitza amb aigües freàtiques. Arran de la sequera del 2008, el consum d'aigua freàtica per aquest ús es va gairebé doblar respecte l'any anterior, en substitució de l'aigua potable, tal com es pot veure a la Figura 16, assolint un índex de sostenibilitat del 90,9%. Aquest valor va créixer lleugerament fins al 2013, augmentat lleugerament fins el 2015, any a partir del qual aquest índex es manté al voltant del 80 %. Cal destacar que, tot i que el consum total d'aigua per a la neteja viària ha augmentat en els últims

anys com a conseqüència d'un increment del a demanda, l'índex de sostenibilitat s'ha anat mantenint al voltant del 80%.

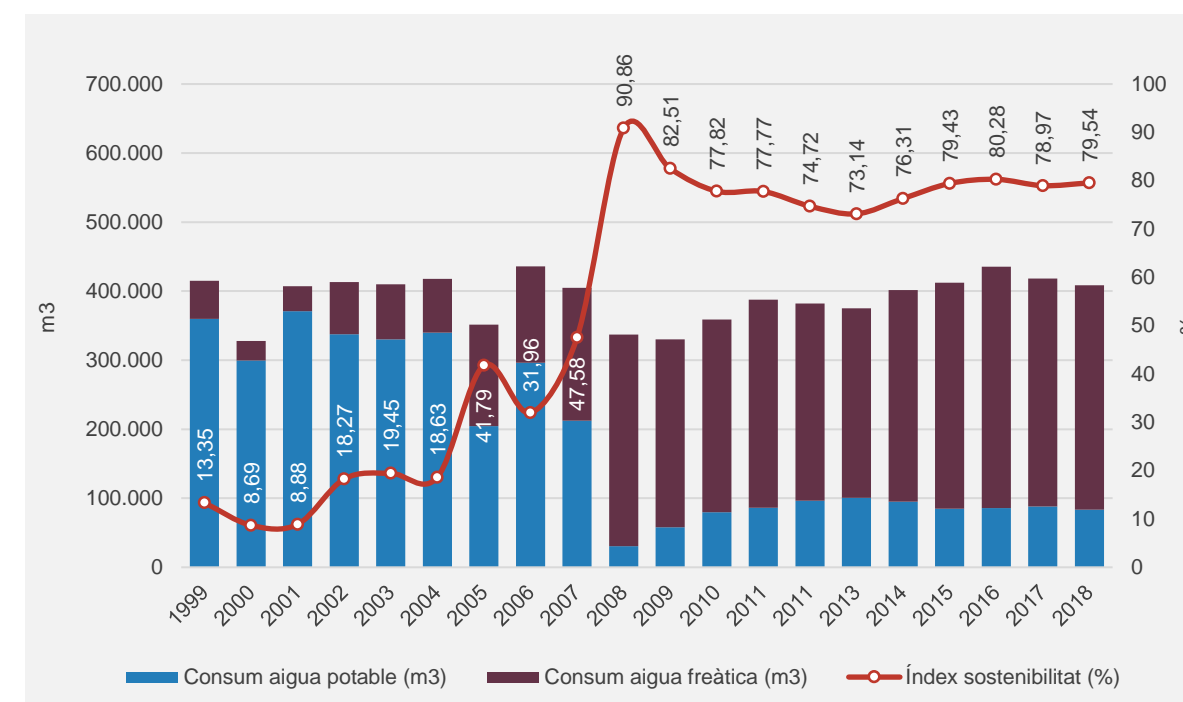


Figura 16. Evolució del consum total d'aigua per a la neteja viària, expressat en m³.

3.3.3. Fonts ornamentals

En el cas de les fonts ornamentals, el consum d'aigua, tant potable com freàtica, pot patir variacions significatives, vinculades a la construcció de noves fonts o bé a l'optimització de les instal·lacions de les mateixes.

A partir de les dades recollides es pot extreure que a partir del 2011 el consum d'aigües freàtiques per aquest ús ha experimentant un augment considerable, acompanyat d'un descens significatiu en el consum d'aigua potable. Aquest fet implica un augment de l'índex de sostenibilitat del consum d'aigua en aquest ús, que ha passat del 25,5% al 2011 al 39,6% al 2018, assolint un màxim del 57,5% al 2015, tal com es representa a la Figura 17.

L'any 2018 ha augmentat sensiblement el consum d'aigua potable respecte d'anys anteriors, això és degut a què s'ha prioritzat l'ús d'aigües freàtiques per al reg davant d'altres usos.

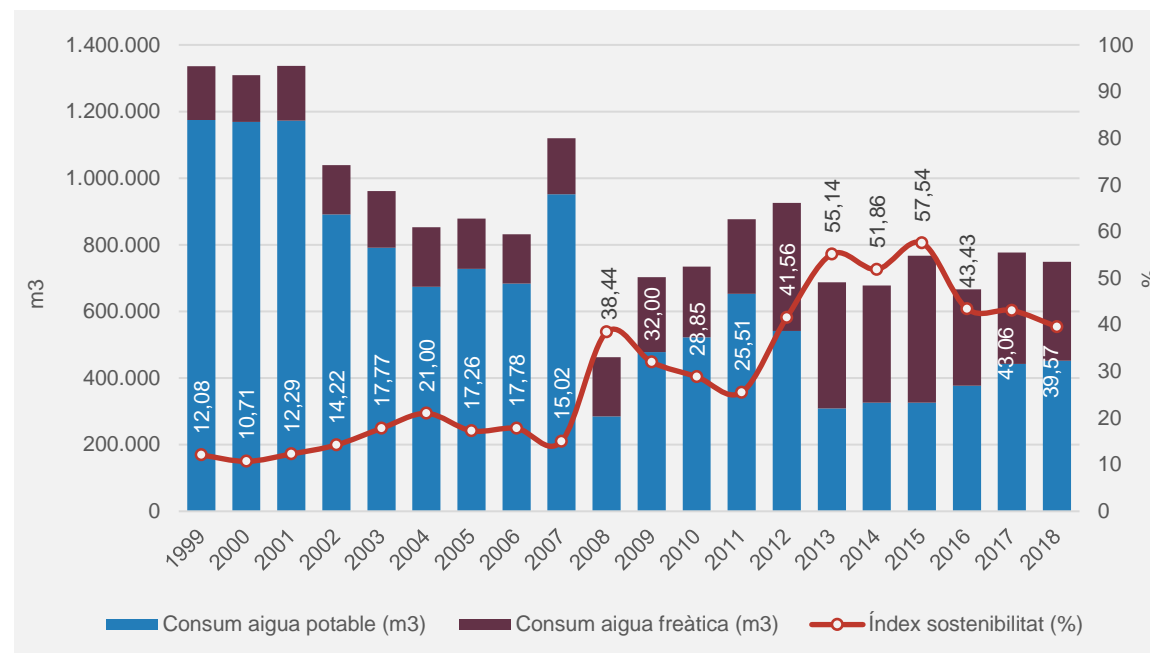


Figura 17. Evolució del consum total d'aigua per a fonts ornamentals, expressat en m³.

3.3.4. Neteja del clavegueram

En el consum de neteja del clavegueram s'inclou el consum per a la neteja de dipòsits de regulació d'avingudes, i el consum d'ompliment de camions cisterna per a la neteja de la xarxa de clavegueram. A diferència dels altres conceptes, aquest consum s'ha incrementat notablement en els últims anys amb la posta en marxa de nous dipòsits de regulació d'avingudes, i especialment el dipòsit anti-DSU de Taulat. Aquest consum s'ha estabilitzat al voltant dels 90.000 m³/any, amb una tendència a la baixa que cal mantenir, amb la millora contínua de l'eficiència de les instal·lacions i dels vehicles de neteja.

Aquest ús és el que té un índex de sostenibilitat major, ja que gairebé en la seva totalitat es realitza amb aigües del subsòl, arribant als voltants del 99%. A la Figura 18 es mostra l'evolució del consum d'aigua per a neteja del clavegueram, i el corresponent índex de sostenibilitat.

Cal destacar que el consum per part dels camions cisterna per a la neteja de la xarxa de clavegueram és molt reduït, donat que s'utilitzen vehicles amb circuits de recirculació de l'aigua.

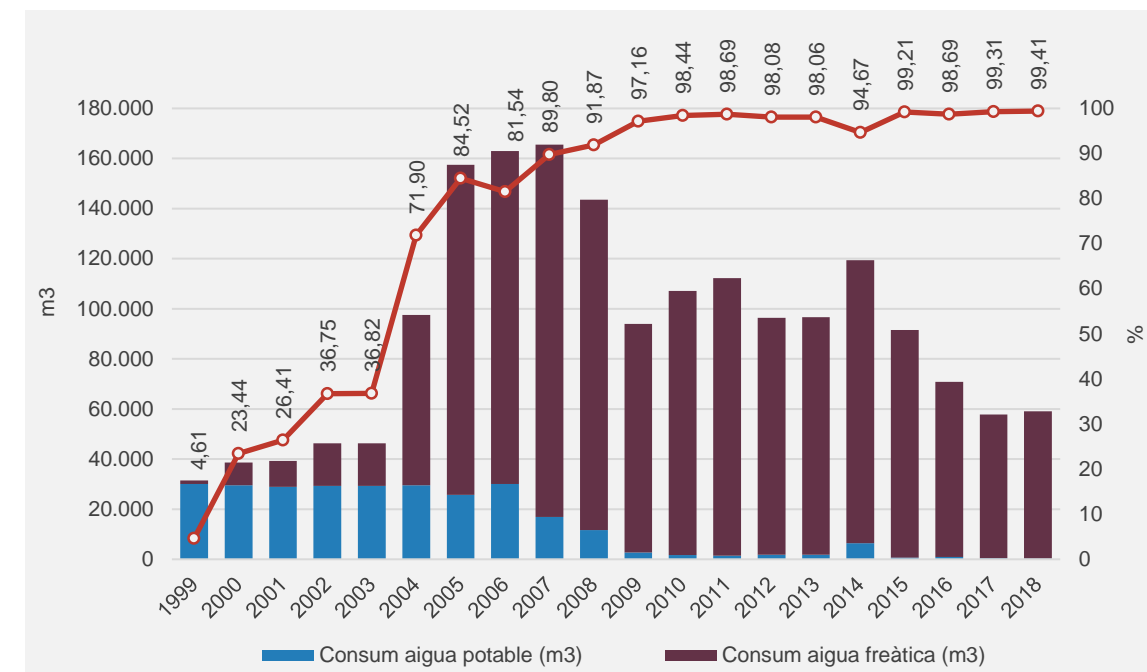


Figura 18. Evolució del consum total d'aigua per a neteja del clavegueram, expressat en m³.

A banda de les dades exposades en els gràfics anteriors, altres dades com l'augment del nombre d'hydrants operatius, que ha passat de 12 al 2006 fins a 31 al 2018, o el nombre d'escomeses, que ha passat de 72 fins a 165 en el mateix període, fan palesa la progressió en l'ús de l'aigua freàtica en aquests darrers anys.

3.4. RESUM DE L'EVOLUCIÓ I REPARTIMENT DEL CONSUM D'AIGUA ALS SERVEIS MUNICIPALS

A la pàgina següent es mostra una taula resum de les dades exposades en els apartats anteriors, corresponents a l'evolució dels consums d'aigua potable i freàtica dels serveis municipals durant el període 1999-2018. També es mostren els índexs de sostenibilitat per a cadascun dels serveis, els sumatoris dels consums, l'índex de sostenibilitat del conjunt dels serveis gestionats per Medi Ambient i Serveis Urbans, que al 2018 ha estat d'un 30,14 %, i l'índex de sostenibilitat global dels serveis municipals, que ha estat d'un 16,36 % durant el mateix període.

A partir de les dades exposades en la Taula 1, es poden extreure quatre conclusions del desenvolupament dels sistemes de distribució d'aigua freàtica a la ciutat als darrers anys:

- El consum total d'aigua potable dels serveis municipals ha disminuït notablement durant el període 1999-2018, de manera que els 5.684.527 m³ d'aigua potable que s'han destinat a consums municipals representen menys del 84 % del consum total d'aigua.
- Simultàniament a aquesta reducció, s'ha produït també una progressiva substitució de volums d'aigua potable per aigua del subsòl. En aquest sentit, el consum d'aigües freàtiques ha incrementat en més d'un 17 % en els darrers 10 anys. Aquesta substitució incideix directament en l'augment dels diferents índexs de sostenibilitat de cadascun dels serveis municipals, com es pot veure a la taula resum.
- El consum d'aigua per part dels serveis municipals de medi ambient i serveis urbans representa al voltant d'un 50 % del consum total d'aigua de l'Ajuntament. Per això, durant els últims anys l'esforç en reduir el consum d'aigua potable vers l'augment del consum de freàtic s'ha centrat en aquests serveis. Aquest fet posa de manifest el gran esforç de l'Ajuntament durant els últims anys, arran de la sequera, per disminuir el consum d'aigua potable i potenciar l'aprofitament d'aigües freàtiques per als diferents usos municipals.
- L'any 2018 es caracteritza per una reducció de consums totals d'aigua, tant de potable com de freàtica, probablement en part per l'alta pluviometria d'aquest any. No obstant això, l'índex de sostenibilitat global ha estat lleugerament inferior al dels darrers anys, per tant, no sempre el règim pluviomètric permet explicar les variacions en l'índex de sostenibilitat, tot i que sí que sembla explicar la reducció de la demanda..

CONSUMS		ANYS:	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
MUNICIPALS (unitats: m³/any)																						
SERVEIS MUNICIPALS DE MEDI AMBIENT	Reg espais verds		2.972.696	2.888.916	2.995.313	2.170.819	2.716.768	2.463.097	1.846.623	2.062.951	2.121.208	1.176.488	1.593.026	1.566.485	1.735.902	1.821.504	1.661.210	1.777.756	2.059.053	2.062.106	2.135.854	1.907.730
			83.959	127.706	218.613	219.511	271.167	373.043	288.990	285.173	279.570	327.398	357.028	352.726	397.511	494.756	479.726	376.959	428.137	459.516	503.589	374.735
		Coef. Sostenibilitat:	2,75%	4,23%	6,80%	9,18%	9,08%	13,15%	13,53%	12,14%	11,64%	21,77%	18,31%	18,38%	18,63%	21,36%	22,41%	17,49%	17,21%	18,22%	19,08%	16,42%
	Total:	3.056.655	3.016.622	3.213.926	2.390.330	2.987.935	2.836.140	2.135.613	2.348.124	2.400.778	1.503.886	1.950.054	1.919.211	2.133.413	2.316.260	2.140.936	2.154.715	2.487.190	2.521.622	2.639.443	2.282.465	
	Fonts ornamentals i llàmines		1.174.333	1.169.240	1.172.786	891.002	790.823	673.497	727.295	683.519	951.722	284.603	478.098	522.364	652.706	541.023	308.531	326.342	325.638	376.871	442.467	452.284
			161.370	140.284	164.276	147.690	170.892	179.013	151.695	147.847	168.173	177.708	225.037	211.845	223.570	384.802	379.200	351.595	441.276	289.381	334.627	296.171
		Coef. Sostenibilitat:	12,08%	10,71%	12,29%	14,22%	17,77%	21,00%	17,26%	17,78%	15,02%	38,44%	32,00%	28,85%	25,51%	41,56%	55,14%	51,86%	57,54%	43,43%	43,06%	39,57%
	Total:	1.335.703	1.309.524	1.337.062	1.038.692	961.715	852.510	878.990	831.366	1.119.895	462.311	703.135	734.209	876.276	925.825	687.731	677.937	766.914	666.252	777.094	748.455	
	Neteja urbana		359.628	299.335	370.936	337.788	330.116	339.839	204.713	296.423	212.162	30.820	57.760	79.604	86.159	96.636	100.776	95.141	84.781	85.849	87.899	83.553
			55.401	28.501	36.153	75.511	79.711	77.798	146.983	139.247	192.594	306.319	272.554	279.304	301.420	285.586	274.381	306.539	327.334	349.557	330.151	324.814
		Coef. Sostenibilitat:	13,35%	8,69%	8,88%	18,27%	19,45%	18,63%	41,79%	31,96%	47,58%	90,86%	82,51%	77,82%	77,77%	74,72%	73,14%	76,31%	79,43%	80,28%	78,97%	79,54%
	Total:	415.029	327.836	407.089	413.299	409.827	417.637	351.696	435.670	404.756	337.139	330.314	358.908	387.579	382.222	375.157	401.680	412.115	435.406	418.050	408.367	
	Neteja claveguera		30.502	29.585	28.881	29.282	29.269	29.598	25.799	30.096	16.872	11.668	2.672	1.675	1.465	1.850	1.871	6.365	720	925	400	350
			1.000	9.060	10.366	17.016	17.061	67.932	131.644	132.934	148.669	131.890	91.333	105.519	110.768	94.605	94.746	113.097	90.813	69.886	57.461	58.727
		Coef. Sostenibilitat:	3,17%	23,44%	26,41%	36,75%	36,82%	69,65%	83,61%	81,54%	89,81%	91,87%	97,16%	98,44%	98,69%	98,08%	98,06%	94,67%	99,21%	98,69%	99,31%	99,41%
	Total:	31.502	38.645	39.247	46.298	46.330	97.530	157.443	163.030	165.541	143.558	94.005	107.194	112.233	96.455	96.617	119.462	91.533	70.811	57.861	59.077	
TOTALS SERVEIS MEDI AMBIENT		4.537.159	4.387.076	4.567.916	3.428.891	3.866.976	3.506.031	2.804.430	3.072.989	3.301.964	1.503.579	2.131.556	2.170.128	2.476.232	2.461.013	2.072.388	2.205.604	2.470.192	2.525.751	2.666.620	2.443.917	
		301.730	305.551	429.408	459.728	538.831	697.786	719.312	705.201	789.006	943.315	945.952	949.394	1.033.269	1.259.749	1.228.053	1.148.190	1.287.560	1.168.340	1.225.828	1.054.447	
	Coef. Sostenibilitat:	6,24%	6,51%	8,59%	11,82%	12,23%	16,60%	20,41%	18,67%	19,29%	38,55%	30,74%	30,43%	29,44%	33,86%	37,21%	34,24%	34,26%	31,63%	31,49%	30,14%	
Total:	4.838.889	4.692.627	4.997.324	3.888.619	4.405.807	4.203.817	3.523.742	3.778.190	4.090.970	2.446.894	3.077.508	3.119.522	3.509.501	3.720.762	3.300.441	3.353.794	3.757.752	3.694.091	3.892.448	3.498.364		
RESTA CONSUMS MUNICIPALS			3.953.458	3.727.295	3.590.415	3.389.879	3.981.267	4.105.026	3.733.874	3.183.630	3.072.094	2.635.390	2.521.039	2.591.659	2.726.369	2.883.735	2.995.094	2.865.973	3.135.783	3.347.656	3.146.250	3.240.610
Total:			3.953.458	3.727.295	3.590.415	3.389.879	3.981.267	4.105.026	3.733.874	3.183.630	3.072.094	2.635.390	2.521.039	2.591.659	2.726.369	2.893.738	3.030.191	3.000.152	3.271.162	3.452.927	3.227.483	3.297.721
CONSUMS TOTALS AJUNT.			8.490.617	8.114.371	8.158.331	6.818.770	7.848.243	7.611.057	6.538.304	6.256.619	6.374.058	4.138.969	4.652.595	4.761.787	5.202.601	5.344.748	5.067.482	5.071.577	5.605.975	5.873.407	5.812.870	5.684.527
			301.730	305.551	429.408	459.728	538.831	697.786	719.312	705.201	789.006	943.315	945.952	949.394	1.033.269	1.269.752	1.263.150	1.282.369	1.422.939	1.273.611	1.307.060	1.111.558
			Coef. Sostenibilitat:	3,43%	3,63%	5,00%	6,32%	6,42%	8,40%	9,91%	10,13%	11,01%	18,56%	16,90%	16,62%	16,57%	19,20%	19,95%	20,18%	20,24%	17,82%	18,36%
Total:			8.792.347	8.419.922	8.587.739	7.278.498	8.387.074	8.308.843	7.257.616	6.961.820	7.163.064	5.082.284	5.598.547	5.711.181	6.235.870	6.614.500	6.330.632	6.353.946	7.028.914	7.147.018	7.119.930	6.796.085

	Consums d'aigua potable
	Consums d'aigua freàtica
	Consums totals (potable+freàtica)

Nota 1: El coeficient de sostenibilitat mesura, per cadascun dels consums dels serveis, la proporció d'aigua freàtica respecte el consum total d'aigua d'aquell servei, expressat en termes percentuals. Inclòs a l'indicador 4.2 "Consum d'aigua".

Nota 2: Els consums totals de freàtic no inclouen els volums subministrats fora del T.M. de Barcelona.
A la taula següent es detallen els consums de freàtic subministrats a l'Ajuntament de Sant Adrià del Besòs en els últims anys:

ANYES:	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Consum freàtic	27.540	7.160	52.666	63.682	71.103	59.823	70.670	77.854	52.972	32.773	30.521	21.848	30.223	20.311

CONSUMS		ANYES:	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
FREÀTIC MUNICIPALS																						
SERVEIS MUNICIPALS DE MEDI AMBIENT	Reg espais verds		27,83%	41,80%	50,91%	47,75%	50,33%	53,46%	40,18%	40,44%	35,43%	34,71%	37,74%	37,15%	38,47%	39,27%	39,06%	32,83%	33,25%	39,33%	41,08%	35,54%
	Fonts ornamentals		53,48%	45,91%	38,26%	32,13%	31,72%	25,65%	21,09%	20,97%	21,31%	18,84%	23,79%	22,31%	21,64%	30,55%	30,88%	30,62%	34,27%	24,77%	27,30%	28,09%
	Neteja urbana		18,36%	9,33%	8,42%	16,43%	14,79%	11,15%	20,43%	19,75%	24,41%	32,47%	28,81%	29,42%	29,17%	22,67%	22,34%	26,70%	25,42%	29,92%	26,93%	30,80%
	Neteja claveguera		0,33%	2,97%	2,41%	3,70%	3,17%	9,74%	18,30%	18,85%	18,84%	13,98%	9,66%	11,11%	10,72%	7,51%	7,72%	9,85%	7,05%	5,98%	4,69%	5,57%
	TOTALS SERVEIS MEDI AMBIENT		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Taula 1. Resum de l'evolució i el repartiment de consums dels diferents serveis municipals

4. JUSTIFICACIÓ, OBJECTIU I IMPACTE DEL PLA

4.1. JUSTIFICACIÓ DE LA NECESSITAT DE REDACCIÓ DEL NOU PLA

Com hem vist en l'apartat anterior, a Barcelona, el consum d'aigua potable que procedeix de la xarxa, ha anat disminuint progressivament gràcies a la col·laboració de tots els ciutadans, empreses, comerços, indústries i serveis municipals. Aquesta tendència s'ha de mantenir.

La intervenció de les ciutats en el cicle natural de l'aigua és decisiva. Gestionar-la d'una manera responsable és una obligació, especialment en el context mediterrani on els recursos hídrics són un bé molt preuat per la seva irregularitat.

En aquest context, és obvi que qualsevol iniciativa tendent a substituir aigua potable per recursos hídrics alternatius (aigua de l'aqüífer del Besòs, de l'aqüífer del Pla de Barcelona i de l'aqüífer del Llobregat, aigua pluvial, aigües grises, aigua regenerada o ús directe d'aigua de mar) redundarà en un estalvi addicional dels recursos provinents de conques llunyanes com la del Ter, o d'un recurs proper, però que implica un elevat consum energètic, com és l'aigua dessalada.

Per altra banda, en els darrers anys han evolucionat diversos aspectes referents al cicle de l'aigua que recolzen la idoneïtat de l'actualització del Pla de Recursos Hídrics Alternatius de Barcelona, que són:

- La consolidació de la implantació dels sistemes freàtics ja existents, i l'evolució dels consums d'aigua freàtica dins del consum municipal d'aigua que es mostren a l'apartat anterior.
- Els ensenyaments derivats de la greu sequera de finals del 2007 i principis del 2008, i l'àmplia conscienciació ciutadana que ha sorgit respecte de la necessitat de diversificar les fonts de subministrament d'aigua obtenint més profit dels recursos propis de forma sostenible.
- La disponibilitat d'un nou recurs a Barcelona: l'aigua regenerada, procedent de l'EDAR del Prat, i la presa en consideració de l'aprofitament de les aigües pluvials com un recurs alternatiu de proximitat.
- El fet que darrerament el subministrament amb recursos hídrics alternatius ha passat a ser un objectiu de les actuacions urbanístiques que es promouen a la ciutat.
- L'augment progressiu d'usuaris i de punts de consum d'aigües freàtiques en els últims anys incideixen en la complexitat del manteniment i l'explotació de la xarxa, fent necessària l'elaboració d'una diagnosi del funcionament de la xarxa, així com una proposta d'actuacions de millora en aquest sentit.
- La necessitat d'adoptar mesures de protecció de les aigües subterrànies, en compliment de la normativa vigent en aquesta matèria (RD 1514/2009 de protecció de les aigües subterrànies), línia que no s'ha treballat en anteriors plans. En aquest sentit, cal incidir en aquest aspecte, analitzant els impactes que afecten la qualitat i la quantitat del recurs disponible, i proposant actuacions de millora en el sistema de control de l'aqüífer.
- El desenvolupament de les tècniques de drenatge urbà sostenible (SUDS) i la implantació d'aquestes en les noves urbanitzacions que s'han dut a terme en la ciutat en els últims anys,

actualment les converteix en un element important a tenir en compte en aspectes com la retenció d'aigües de pluja en el terreny, reducció de la contaminació de les aigües pluvials, recàrrega de l'aqüífer, i que pot arribar a incidir de forma significativa en el cicle de l'aigua a la ciutat de Barcelona.

Finalment, cal destacar que l'any 2016, des de Barcelona Cicle de l'Aigua, S.A. es va engegar la tramitació administrativa amb l'Agència Catalana de l'Aigua (en endavant ACA) amb l'objectiu d'aconseguir una ampliació de la concessió d'aigües subterrànies atorgada a l'Ajuntament de Barcelona per a usos municipals (abastament, sense consum humà). L'any 2018, la concessió es va augmentar de 1.810.000 m³/any a un volum de 4.435.000 m³/any. Aquesta aprovació de la nova concessió suposa doblar el recurs disponible d'aigua del subsòl a la ciutat de Barcelona.

Si a aquest increment del recurs s'afegeixen la resta de recursos disponibles (aigua regenerada, aigua pluvial,...), esdevé necessari abordar de manera global els requeriments, necessitats, criteris de desenvolupament i disseny de la xarxa per tal de poder aprofitar al màxim i de manera sostenible aquests recursos propers per a tots aquells usos que no requereixen aigua potable.

4.2. OBJECTIU DEL PLA

L'aigua és font de vida, per tant és un bé a protegir. Des d'un punt de vista antropocèntric afirmem que l'aigua és un Dret Humà fonamental però el seu valor va més enllà: és un bé extraordinari i imprescindible per a la vida terrestre. En conseqüència és obligat, encara que sigui per supervivència, tenir cura i mimar aquest tresor.

L'objectiu principal del Pla és, tal com estableix la Directiva Marc de l'Aigua, mantenir i millorar el medi aquàtic per assolir un bon estat ecològic i químic de les aigües superficials i un bon estat quantitatiu i químic de les aigües subterrànies. És a dir, el pla és molt més que un conjunt de tècniques que serveixen per obtenir més recurs o estalviar aigua.

Aquest objectiu és coherent i conseqüent amb els quatre principis fonamentals d'una bona gestió de l'aigua i es troba alineat amb el Pla Clima 2018-2030 de la ciutat de Barcelona.

- La sostenibilitat, o sigui, que es mantinguin uns ecosistemes sans que permetin disposar després de subministraments d'aigua segurs i saludables.
- Prioritzar els recursos de proximitat amb la gestió local d'aquests.
- L'eficiència, o sigui, obtenir l'aigua al millor cost possible amb les millors tecnologies possibles que ofereixin beneficis ambientals tangibles.
- Participació activa de les parts interessades, o sigui, una planificació de baix cap amunt per atorgar legitimitat a les mesures que es prenguin.

Adicionalment Barcelona necessita un Pla de Recursos que consideri la seva casuística: Barcelona té un clima mediterrani amb un règim de pluges irregulars i amb un risc de sequera endèmic i recurrent. L'aigua és un recurs escàs i és imprescindible disposar d'una eina que identifiqui els recursos hídrics alternatius a l'aigua potable disponibles a la ciutat de Barcelona.

Barcelona s'ha dotat d'un Pla de Plans, el Pla Clima, que analitza i marca les estratègies mediambientals de la ciutat en l'horitzó 2018-2030. El Pla de Recursos Hídrics Alternatius dóna resposta a les necessitats del Pla Clima en l'àmbit de l'abastament d'aigua per usos municipals.

Així doncs, l'objectiu del Pla és, en coherència a l'establert al Pla Clima 2018-2030, definir els criteris i planificar les actuacions necessàries per a aprofitar al màxim i de forma sostenible i eficient, els recursos hídrics alternatius disponibles a la ciutat de Barcelona, per tal de disminuir el consum d'aigua potable per part dels diferents serveis municipals per aquells usos que no requereixen la qualitat de l'aigua de boca.

L'actualització del Pla, respecte el Pla del 2013, incorpora aspectes relatius a la protecció de les masses d'aigua subterrànies, l'adaptació i resiliència davant el canvi climàtic i l'aprofitament dels recursos de proximitat, tot en un marc de transparència i de participació.

Per assolir l'objectiu plantejat, el Pla inclou:

- Identificar els recursos hídrics alternatius potencialment utilitzables, localitzant-los i caracteritzant-los quantitativament i qualitativament i analitzar la seva aptitud per a utilitzar-los de manera sostenible i eficient.
- Incrementar les estratègies de protecció de les masses d'aigua, tant de les aigües subterrànies com les superficials. Es destaca la implantació de Sistemes de Drenatge Urbà Sostenible (SUDS) a la ciutat.
- Quantificar i ordenar la demanda d'aigua susceptible de ser satisfeta amb recursos hídrics alternatius a l'aigua potable i associar-la de la millor manera a la disponibilitat del recurs.
- Incorporar les actuacions desenvolupades i actualitzar el planejament d'inversions en funció de les necessitats que han anat sorgint durant els darrers 4 anys, incloent les actuacions derivades d'altres Plans a nivell de ciutat, com són el Pla del Verd i la Biodiversitat, el Pla de superilles, el Pla Clima i els Pla d'Actuació Municipal 2016-2019, així com les actuacions previstes en grans urbanitzacions (com són Glòries o Sagrera).
- Definir les actuacions de millora de les instal·lacions existents per a garantir el seu correcte funcionament i explotació.
- Definir les noves infraestructures de captació, emmagatzematge i distribució dels recursos hídrics alternatius en base a les actuals previsions de desenvolupament urbanístic, de manera que els projectes d'urbanització que les desenvolupin puguin incorporar aquestes previsions.

4.3. IMPACTE DEL PLA EN ELS CONSUMS MUNICIPALS

Tal i com s'esmenta anteriorment, segons dades del 2018, el consum total d'aigua potable a la ciutat és de 95,3hm³, del que només el 6% (5,70 hm³) correspon al consum dels serveis municipals. Gràcies a l'impuls fet per l'Ajuntament per tal d'introduir els Recursos Hídrics Alternatius (RHA), 1,1 hm³ addicionals s'abasteixen d'aigua freàtica, el que representa que la ciutat consumeix un total de 6,8 hm³ d'aigua per als serveis municipals, tal com es pot veure a la

Figura 19.

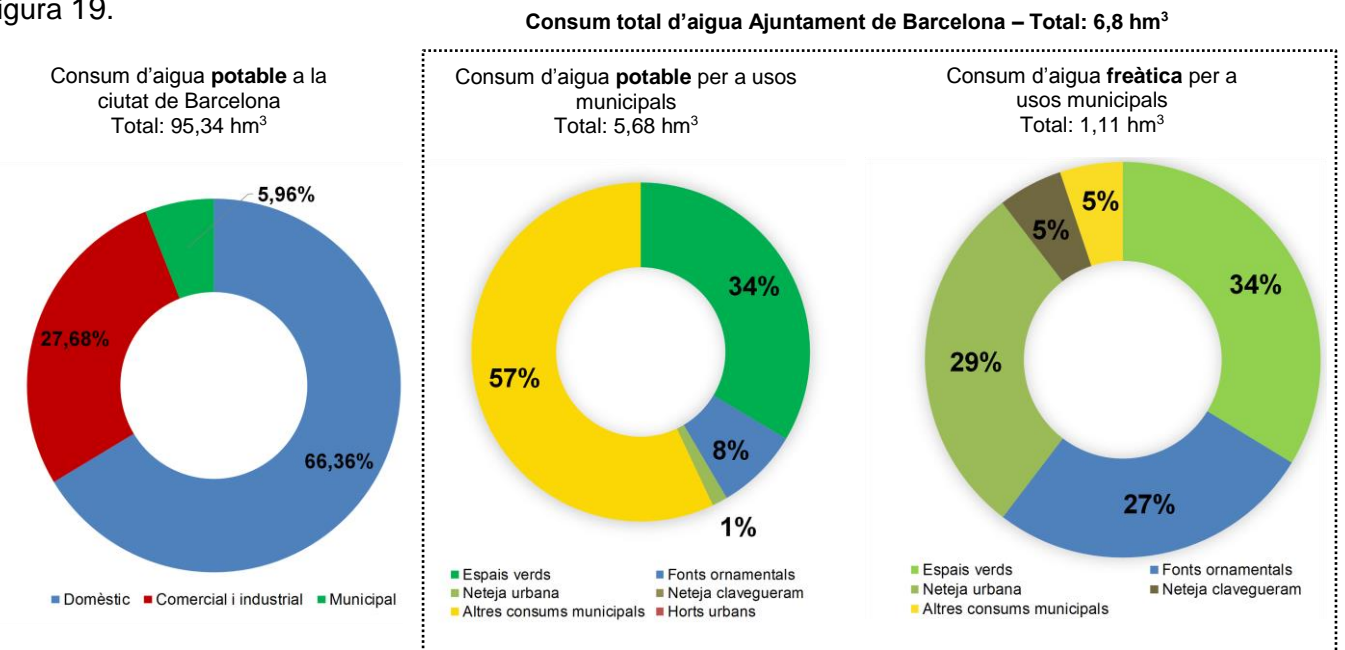


Figura 19. Relació entre els consums d'aigua de la ciutat de Barcelona i dels Serveis Municipals. Dades de l'any 2018.

De la figura anterior es poden identificar els següents objectius:

- En general, s'ha de continuar treballant per a disminuir en la mesura del possible el consum d'aigua, i en concret el d'aigua potable dels serveis municipals.
- S'ha de procurar que els nous consums es puguin abastir de RHA, si la seva aplicació és viable i l'ús admet una qualitat d'aigua diferent a l'aigua de boca, evitant així que el consum d'aigua potable augmenti.
- S'ha d'avaluar l'aplicació dels RHA als consums dels serveis municipals existents, i en especial els no inclosos als de Medi Ambient i Serveis Urbans, ja que permetria incidir en la meitat del consum actual d'aigua potable de l'Ajuntament.
- Cal continuar millorant i ampliant el subministrament de RHA per al reg d'espais verds, el que permetria incidir en un terç del consum d'aigua potable actual.
- Cal continuar millorant i ampliant el subministrament de RHA pels serveis de neteja urbana i fonts ornamentals per tal que tendeixin a abastir-se totalment amb RHA, tal i com s'està fent amb la neteja del clavegueram on l'ús d'aigua potable és molt residual.

Tal i com es detalla més endavant en el Pla, s'estima que el consum municipal d'aigua potable actual que podria ser substituït per RHA es troba al voltant de 3,6 hm³. Això vol dir que, partint de la hipòtesi que el consum d'aigua potable domèstic i comercial/industrial de la ciutat no variessin, el pes del consum municipal d'aigua potable en relació al consum total de la ciutat, baixaria del 6%

a prop del 2,4%. A més, considerant el consum ja consolidat d'aigua freàtica i les noves demandes planificades de consums que poden ser abastits amb altres recursos, s'estima que el consum de RHA augmentaria fins 5,69 hm³.

Així, si s'aconsegüís que tot aquell consum municipal d'aigua potable susceptible de ser substituït per aigua diferent a l'aigua de boca, s'abastís amb RHA, s'aconseguiria assolir la distribució de consums que es mostra en la figura següent. Aplicant aquest supòsit, els serveis de neteja urbana i de clavegueram s'abastirien totalment amb aigua freàtica i gran part de les fonts ornamentals i parcs de la ciutat també farien servir aigua freàtica.

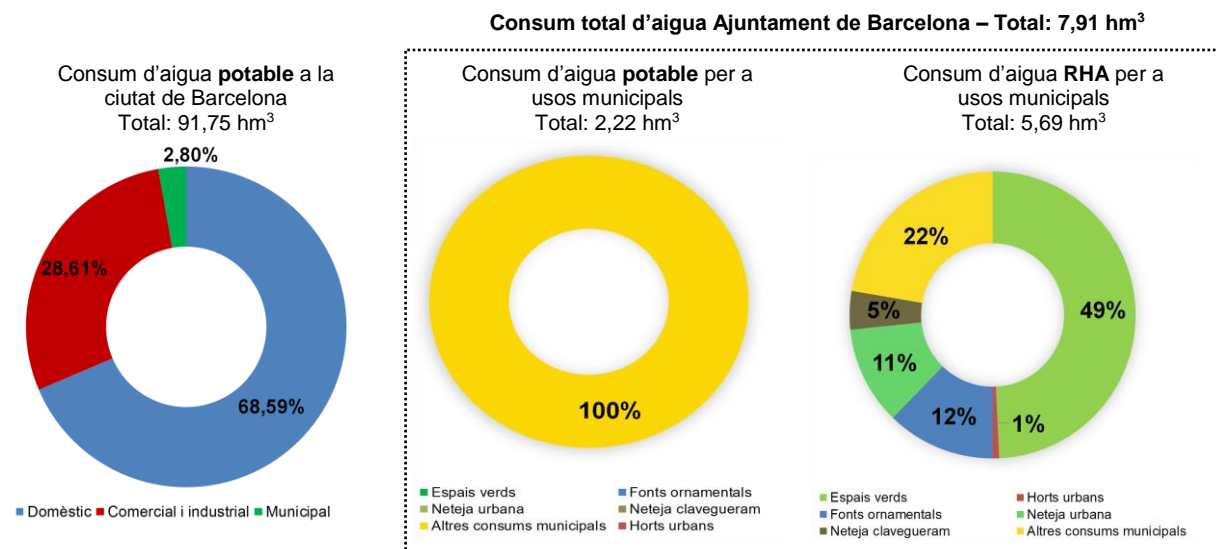


Figura 20. Relació entre els consums d'aigua de la ciutat de Barcelona i dels Serveis Municipals en el supòsit de substituir tot el volum d'aigua que no requereix la qualitat de l'aigua de boca per RHA. Estimació a partir de les dades de l'any 2016.

La distribució de consums també modificaria l'Indicador de Sostenibilitat dels serveis municipals, passant del 16,36% actual a un 73,66% tal i com es resumeix a la Figura 21.

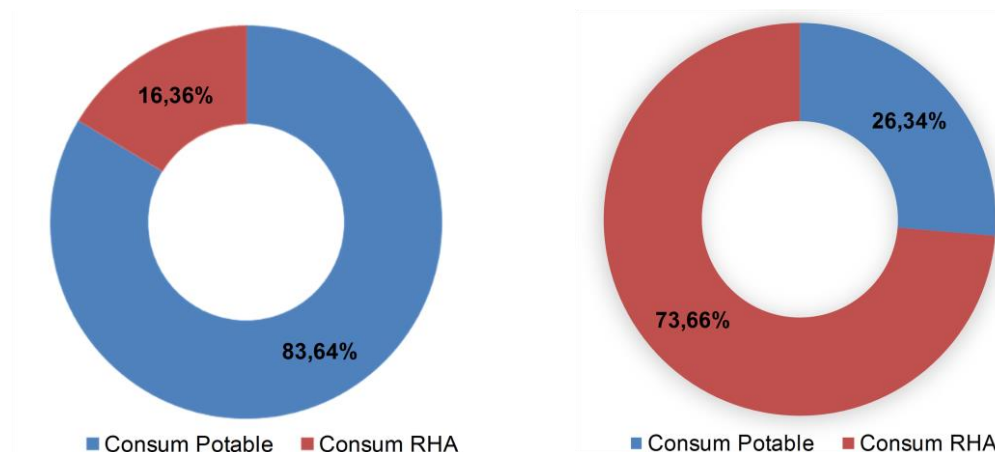


Figura 21. Índex de Sostenibilitat 2018 vs Índex de Sostenibilitat en el supòsit de substituir tot el volum d'aigua que no requereix la qualitat de l'aigua de boca per RHA. Estimació a partir de dades de l'any 2016.

Cal esmentar però, que tot i que s'ha estimat que del total del consum municipal, 5,69 hm³ podrien ser abastits amb RHA, en aquest Pla es desenvolupen a nivell de projecte bàsic, l'abastament amb RHA de 1,6 hm³. Així, amb l'aplicació de les mesures del present Pla per a substituir part del consum municipal d'aigua potable per RHA, la distribució de consums a la ciutat seria la que es mostra en la figura següent:

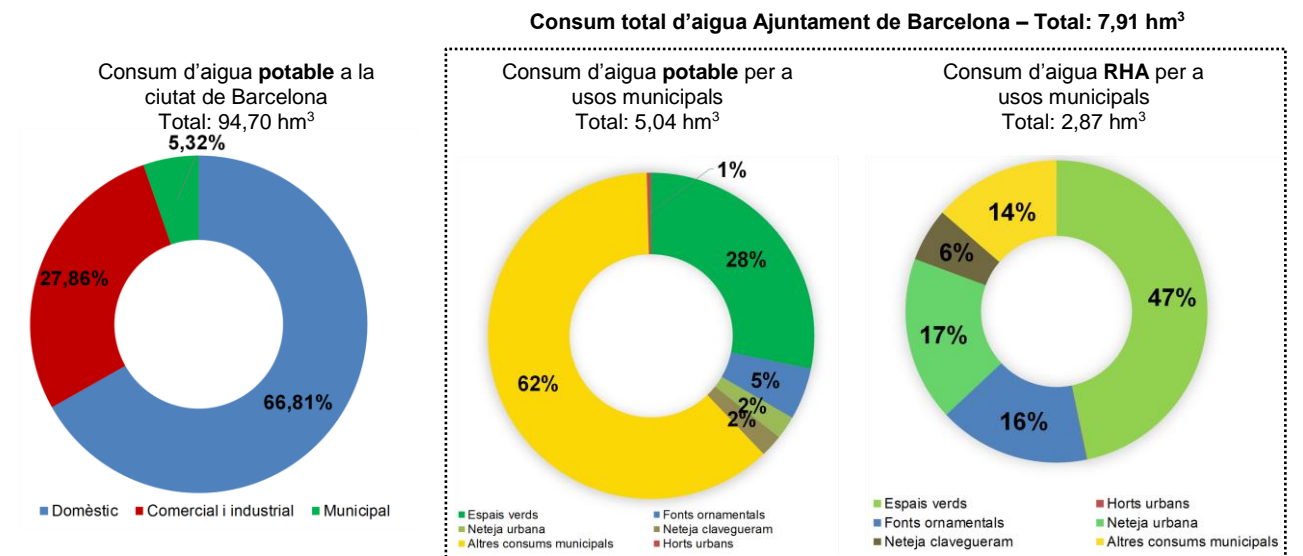


Figura 22. Relació entre els consums d'aigua de la ciutat de Barcelona i dels Serveis Municipals, aplicant les mesures del PLARHAB 2018. Estimació a partir de les dades de l'any 2016.

En cas d'assolir totes les mesures del present Pla, l'Indicador de Sostenibilitat dels serveis municipals es duplicaria, passant del 16,36% actual a un 35,12% tal i com es resumeix a la Figura 23.

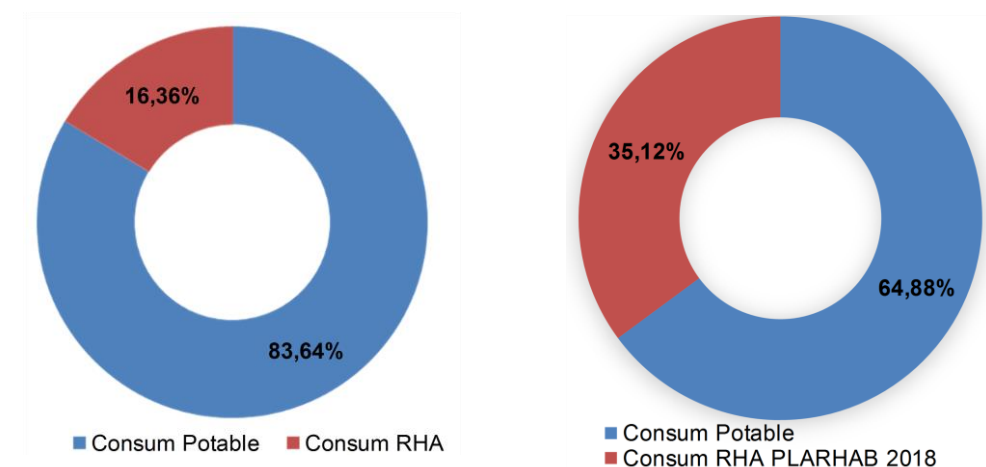


Figura 23. Índex de Sostenibilitat 2018 vs Índex de Sostenibilitat en el supòsit d'assolir les mesures del PLARHAB 2018. Estimació a partir de dades de l'any 2016.

Així, el present Pla desenvolupa diverses línies d'acció per a tendir a assolir un major consum d'aigua procedent de RHA en detriment de l'aigua potable.

5. ÀMBIT I ABAST DEL PLA

El cicle urbà de l'aigua constitueix un camp especialment sensible per la ciutadania, que els cicles de sequera posen periòdicament d'actualitat, i sobre el qual és habitual que des de diferents estaments de la societat civil s'expressin opinions i propostes. En aquest marc cada vegada adquireixen més importància els recursos hídrics alternatius. Es tracta d'un tema ampli i complex, que no entén de fronteres administratives, i que presenta freqüents interrelacions entre els recursos, i sobretot entre les demandes potencials. D'altra banda, en aquest debat sol generar certa confusió de conceptes i de xifres, i també en relació als àmbits públic i privat de generació i d'ús de l'aigua.

Per tant, cal definir de forma explícita i inequívoca quin és l'àmbit territorial del Pla, quins són els recursos potencialment utilitzables i quines són les demandes que poden ser satisfetes amb aquests recursos. A partir d'aquestes dades de partida el Pla formula propostes d'actuacions per respondre a les necessitats de consum d'aigua dels diferents serveis municipals (amb un objectiu d'estalvi), estudiant-les en un marc global per a optimitzar les solucions i valorant-les.

L'àmbit territorial del Pla és el municipi de Barcelona, tant a nivell d'usos com de recursos. Això significa **que tan sols es contemplen els usos d'aigua que es realitzen dins del terme municipal, i tan sols es computen els recursos que es troben disponibles dins del terme municipal** (s'exclouen per tant els esgotaments d'estacions de metro situades fora de Barcelona), amb independència de l'origen geogràfic d'aquest recurs generat. Així, per exemple, es contempla l'aprofitament de l'aigua del subalvi del Besòs a la seva marge dreta, i es contempla també l'aigua regenerada a l'EDAR del Prat que, tot i estar generada fora de Barcelona, es produeix a partir de l'aigua residual que prové en gran part de Barcelona. Aquest recurs arriba a la ciutat de Barcelona (fins a Montjuïc) mitjançant la canonada que l'Àrea Metropolitana de Barcelona i l'Ajuntament de Barcelona han promogut conjuntament.

El Pla contempla els següents recursos hídrics alternatius per a usos de l'aigua que no requereixen la qualitat de l'aigua potable:

- L'aigua de la capa saturada del subsòl (aigua freàtica)
- L'aigua regenerada
- L'aigua pluvial
- Les deus naturals i les mines
- Les aigües grises
- L'aigua de mar (sense dessalar)

No obstant, a efectes objectius i de proposta d'actuacions, el Pla se centra especialment en l'aigua freàtica, l'aigua regenerada i l'aigua pluvial generada en l'espai públic, però també fa incís en l'aigua pluvial de capçalera captada als Torrents de Collserola, l'aigua pluvial procedent de cobertes i les aigües grises dels edificis. Per a aquestes dues últimes (pluvials de coberta i aigües grises) es fa una proposta de consideracions tècniques per a la implementació del seu aprofitament, i en general per a tots els recursos, una proposta d'articulat per a una ordenança que en reguli el seu ús. El recurs procedent de les deus naturals i les mines, així com l'aigua de

mar d'ús directe (sense dessalar) es té en compte únicament de cara a establir criteris generals a desenvolupar en futures actualitzacions del Pla.

Pel que fa a l'aigua provinent de les deus naturals i de les mines, cal esmentar que el cabal circulat és molt reduït i irregular, fet que dificulta molt que aquestes puguin arribar a ser objecte d'un aprofitament continu.

El present Pla analitza el volum i la qualitat dels recursos disponibles exposats anteriorment per a poder abastir les demandes potencials. A partir d'aquí s'estableixen les consideracions oportunes respecte a les demandes susceptibles de ser abastides per cada recurs, així com els condicionants tècnics i econòmics associats.

Pel que respecta als usos potencials, la casuística és força dispersa, però s'han intentat agrupar sota els següents conceptes:

- Usos municipals a l'espai públic: reg de parcs i zones verdes, horts urbans, hidrants per a càrrega de cisternes per la neteja viària, neteja del clavegueram i, de camions de bombers, compliment de fonts i llacs ornamentals, etc.
- Usos en instal·lacions municipals: neteja de dipòsits reguladors d'avingudes, parcs de neteja, centrals de Recollida pneumàtica de residus sòlids urbans (RPRSU), etc.
- Usos lligats als equipaments públics: reg de camps esportius, compliment de piscines públiques (quan sigui procedent), o cisternes dels WC dels edificis públics, instal·lacions de rentat d'autobusos, trens, etc.
- Usos lligats als edificis, equipaments privats o a les indústries: reg de jardins, instal·lacions de rentat de cotxes, cisternes dels WC dels edificis, processos industrials, etc. En aquest cas caldria establir, d'acord amb l'ACA, l'aprovació d'un preu públic pel subministrament a tercers d'aigua no apta pel consum humà, i redactar un protocol per a gestió d'aquesta aigua.
- Usos ambientals: infiltració passiva superficial, recàrrega de l'aqüífer, recuperació de cabal ecològic de rius, etc.

De tots aquests usos, estan inclosos al Pla a tots els efectes (objectius i proposta d'actuacions) els usos municipals a l'espai públic, els usos en instal·lacions municipals, i els usos lligats a equipaments públics (no només els gestionats directament per l'Ajuntament).

Finalment, un altre possible ús dels recursos hídrics alternatius, que la ACA va incloure al resum del procés participatiu de recollida de propostes pels programes de mesures lligats a la Directiva Marc de l'Aigua, és l'alimentació de les xarxes d'aigua potable. Però aquests usos estan totalment exclosos de l'àmbit d'aquest Pla. És cert que un dels aprofitaments més clars i eficients de l'aigua freàtica és el subministrament en capçalera del sistema d'abastament d'aigua potable: perquè suposa un estalvi directe d'altres recursos superficials més llunyans, menys eficients energèticament, que pertanyen a ecosistemes més vulnerables ambientalment, o més cars com els provinents del sistema d'embassaments Ter- Llobregat o la dessaladora del Prat; ja que en aquest cas la seva distribució no requereix d'una doble xarxa, es disposa d'una xarxa plenament operativa i que arriba a tot arreu; i perquè en aquest cas la demanda potencial és tan gran, que no té cap altra limitació que la pròpia disponibilitat del recurs.

A l'àmbit de Barcelona es té coneixement que actualment s'està aprofitant l'aigua del subsòl de l'al·luvial del Besòs, per a l'alimentació de la xarxa d'aigua potable de l'Àrea Metropolitana de Barcelona. L'aigua s'extreu mitjançant pous de captació i es condueix a les centrals de potabilització situades en aquesta zona (Trinitat o Font Santa). Aquest ús està expressament exclòs del Pla perquè la seva utilització requereix la prèvia potabilització de l'aigua, fet que altera la natura del recurs, i s'allunya considerablement de l'objecte principal del Pla, que és l'ús de l'aigua sense tractar, o si es requereix, amb un tractament molt bàsic. Per altra banda, la gestió en alta de l'aigua apta pel consum humà és competència de l'ACA.

Al capítol 9 del present document es fa una anàlisi de viabilitats creuades del recurs i la demanda, és a dir, s'analitza quins recursos són aptes per als diferents usos, i d'aquests, s'identifiquen els que es contemplen en aquest Pla. S'inclou una matriu que de forma molt sintètica presenta tots els possibles orígens de l'aigua no potable, tots els possibles usos d'aquesta, i l'especificació de l'àmbit del Pla, tant a nivell de proposta d'actuacions com d'establiment de criteris tècnics per al seu aprofitament, o establiment d'una futura ordenança per a l'ús d'aquest tipus de recursos.

6. EL MARC LEGAL EN EL QUAL ES DESENVOLUPA EL PLA

El present Pla és un document tècnic de suport per al desenvolupament de l'aprofitament dels recursos hídrics alternatius de què disposa la ciutat, especialment centrat per als diferents usos municipals. Per tant, aquest es desenvolupa en el marc normatiu relatiu a la gestió de l'aigua, del qual és competència la Generalitat de Catalunya, dins un marc més ampli, estatal i de la Unió Europea.

Aquest marc normatiu ha experimentat alguns canvis en els últims anys, especialment en relació als aspectes qualitatius de l'aigua regenerada i al control de les masses d'aigua. Especialment cal ressaltar que no existeix cap normativa específica en relació a la gestió de l'aigua del subsòl sense tractar.

Cal tenir en compte que, per l'àmbit i per la pròpia naturalesa d'aquest Pla, aquest està subjecte al compliment de la normativa i legislació vigent, però en cap cas no té repercussions sobre aquesta ni sobre el planejament urbanístic a la ciutat.

A nivell del marc normatiu actual les referències més destacables serien les que es llisten tot seguit. A l'Annex 16, *Principals Referències del Marc Legal*, s'inclou una descripció més detallada de cadascuna d'elles. També s'inclou un recull normatiu d'altres països en matèria d'aprofitament d'aigües de pluja i de reutilització d'aigües depurades, que es pot tenir en compte de cara a establir criteris en el futur desenvolupament de normatives en aquest àmbit.

Àmbit europeu:

- *Directiva 2000/60/CE Marc de l'Aigua*. Aquesta Directiva marca unes pautes generals dirigides fonamentalment a:
 - Evitar l'empitjorament de la qualitat dels medis receptors i millorar l'estat dels mateixos amb el pas del temps
 - Impulsar una visió i gestió integrada del cicle de l'aigua, implicant a tots els organismes que hi intervenen (públics i privats) i incrementant la seva participació en la presa de decisions.
 - Assolir una major transparència en la gestió.

En particular, la Directiva Marc de l'Aigua estableix al seu art.1 b) com un objectiu concret, la promoció d'un ús sostenible de l'aigua basat en la protecció a llarg termini dels recursos hídrics disponibles. Aquesta sostenibilitat ha de ser entesa en les seves tres vessants: econòmica, social, i mediambiental. També al seu art. 4 (Objectius mediambientals) disposa que els Estats membres hauran de protegir, millorar i regenerar totes les masses d'aigua subterrània i garantiran un equilibri entre l'extracció i l'alimentació de dites aigües a l'objecte d'assolir un bon estat de les aigües subterrànies com a molt en un termini de quinze anys a partir de l'entrada en vigor de l'esmentada Directiva. De fet, demana que es disminueixi la pressió sobre els medis aquàtics superficials, i això s'aconsegueix aprofitant altres recursos que es tenen a l'abast pels usos que no requereixen la qualitat d'aigua potable.

Àmbit estatal:

- *Reial Decret 638/2016, de 9 de desembre, pel qual es modifica el Reglament del Domini Públic Hidràulic i altres Reglaments en matèria de gestió de riscos per inundació, cabals ecològics, reserves hidrològiques i abocaments d'aigües residuals.*
- *Reial Decret 1290/2012, de 7 de setembre, pel qual es modifica Reglament del Domini Públic Hidràulic, aprovat pel Real Decret 849/1986, d'11 d'abril, i el Reial Decret 509/1996, de 15 de març, de desenvolupament del Real Decret-Llei 11/1995, de 28 de desembre, pel qual s'estableixen les normes aplicables al tractament de les aigües residuals urbanes.*
- *Reial Decret 1514/2009, de 2 d'octubre, pel qual es regula la protecció de les aigües subterrànies contra la contaminació i el deteriorament.*
- *Reial Decret 1620/2007, de 7 de desembre, pel que s'estableix el règim jurídic de la reutilització de les aigües depurades.*
- *Reial Decret Legislatiu 1/2001, de 20 de juliol, pel qual s'aprova el text refós de la Llei d'Aigües, modificat successivament pels següents Reals Decrets: RD 4/2007, RD 8/2011, RD 17/2012, Llei 11/2012, RD 7/2013. Pel que fa referència a l'ús de l'aigua subterrània, la llei actualment vigent que regula el domini públic hidràulic es concreta en el Real Decreto Legislativo 1/2001 de 20 de julio pel que s'aprova el text refós de la Llei d'Aigües.*

Aquest RD regula el domini públic hidràulic i per tant l'ús de les aigües subterrànies. En ell s'especifica que el dret d'ús privatiu s'aconsegueix per concessió administrativa de l'autoritat hidràulica (en aquest cas, l'ACA). En el cas de pous i mines, donat que la Llei d'Aigües de 1985 modifica el seu règim jurídic, ja que passen, també, a tenir la consideració de bens de domini públic, la Llei d'Aigües especifica que per aquelles concessions ja inscrites en el Registre d'Aigües sota la disposició tercera 1 de la Llei 29/1985 de 2 d'agost, seran respectades per l'Administració des del 1 de gener de 1986 i fins a un termini de 50 anys pel que fa a règim d'explotació dels cabals, i tindran dret preferent per a la obtenció de la següent concessió administrativa de conformitat amb la Llei.

Per tant, l'aprofitament per part de l'Ajuntament de l'aigua de pous i mines existents, està supeditada al coneixement de la titularitat vigent dels mateixos i l'existència d'una concessió d'ús privatiu conforme al que regula la Llei.

- *Reial Decret Llei 11/1995, de 28 de desembre, pel qual s'estableixen les normes aplicables al tractament de les aigües urbanes i Reial decret 509/1996, de 15 de març, de desenvolupament de l'anterior.*
- *Plan Nacional de Calidad de las Aguas, Saneamiento y Depuración 2007-2015.*

Àmbit autonòmic:

- *Decret 1/2017, de 3 de gener, pel qual s'aprova el Pla de gestió del districte de conca fluvial de Catalunya per al període 2016-2021.*
- *Decret 31/2009, de 24 de febrer, pel qual es delimita l'àmbit territorial del Districte de Conca Hidrogràfica o Fluvial de Catalunya i es modifica el Reglament de la planificació hidrològica, aprovat pel Decret 380/2006, de 10 d'octubre.*

- *Decret 352/2004, de 27 de juliol, pel qual s'estableixen les condicions higiènic-sanitàries per a la prevenció i el control de la legionel·losi (DOGC. de 29 de juliol de 2004).*
- *Decret legislatiu 3/2003, de 4 de novembre, pel qual s'aprova el text refós de la legislació en matèria d'aigües de Catalunya.*

Àmbit metropolità i municipal:

- *Ordenança del Medi Ambient de Barcelona, de 2 de maig de 2011.*
- *Reglament del Servei Metropolità del Cicle Integral de l'Aigua, aprovat amb data 26 de març de 2019, publicat al BOP el 11 d'abril de 2019.*
- *Ordenança tipus sobre l'Estalvi d'Aigua de la Diputació de Barcelona.*

7. ANÀLISI DEL RECURS

En aquest capítol es presenten els diferents recursos hídrics alternatius a l'aigua potable amb els que es podria comptar per a abastir els usos o demandes que són objecte d'aquest Pla. Els recursos disponibles s'han classificat de la següent manera:

- Aigües del subsòl:
 - Provenients de pous de captació.
 - Provenients d'esgotaments d'infraestructures subterrànies.
 - Provenients de mines, de déus o d'antics aqüeductes.
- Aigües regenerades: provenients del terciari de les EDARS (osmotitzada o no)
- Aigües pluvials recollides a diferents punts de la geografia urbana:
 - Provenients de l'escorriment superficial de les rieres de Collserola.
 - Provenients de l'escorriment superficial generat en zona urbana (carrers i parcs urbans).
 - Provenients de l'escorriment de les teulades dels edificis.
- Aigües grises o reutilitzades dels edificis (públics o privats):
 - Provenients de dutxes o banyeres ("aigües grises").
 - Provenients del buidat de piscines.
- Aigua de mar.

Cal tenir en compte que els recursos provenients de les aigües de pluja i de les aigües del subsòl estan fortament relacionats, ja que l'aigua de pluja, de manera més o menys diferida en el temps, acaba infiltrant-se i alimentant el freàtic, ja sigui de manera difusa, o concentrada al llarg dels cursos fluvials. Això implica que algunes de les tipologies d'aquesta classificació poden presentar punts de coincidència. En aquest sentit, s'han classificat com a pluvials estrictament les aigües d'escorriment superficial, i quan s'infiltra al terreny natural ja es consideren aigües subterrànies. Aquest criteri es tradueix en les següents consideracions:

- L'aigua de pluja que s'infiltra al terreny es considera com a aprofitament d'aigües pluvials, mitjançant els processos de captació de l'escorriment, retenció i infiltració. En aquest sentit, l'aigua de pluja es considera el recurs i la recàrrega de l'aqüífer que es produeix es podria considerar com un possible ús d'aquesta aigua, juntament amb l'aprofitament de l'aigua de pluja per al reg.
- L'aigua provinent de les déus o les mines, tot i reaccionar de forma bastant directa als episodis pluvials, en realitat proporcionen una aigua que prèviament s'ha hagut d'infiltrar al terreny natural, i per això es consideren aigües subterrànies.

A partir d'aquesta classificació es realitza una anàlisi detallada de cadascun dels tipus de recurs, tant des del punt de vista quantitatiu, atenent a la millor informació disponible; com qualitatiu, ja sigui a partir d'anàlisis pròpies com de la bibliografia existent. També es donaran tota una sèrie de criteris generals relatius al propi recurs, des del punt de vista de la seva disponibilitat, la facilitat d'obtenció, i d'altres condicionants.

7.1. CONSIDERACIONS GENERALS I QUANTIFICACIÓ DEL RECURS DISPONIBLE

7.1.1. Aigües del subsòl

Consideracions generals

L'aigua del subsòl de Barcelona és força abundant i de bona qualitat. Històricament, les aigües subterrànies de Barcelona han estat utilitzades a títol privat, tant per abastament domèstic com ús industrial, molt especialment durant finals de segle XIX i la primera meitat del segle XX. A la dècada dels 60 es van arribar a extreure més de 60 hm³/any de forma continuada, provocant un descens acusat de l'aqüífer i la conseqüent intrusió d'aigua marina, fet que va provocar l'abandonament forçat d'algunes explotacions. Aquest fet, combinat amb la transformació dels antics sectors industrials i la marxa de les fàbriques que consumien gran quantitat d'aigua de la nostra ciutat, ha permès la recuperació de l'aqüífer, ja que avui en dia les extraccions estan força per sota de la capacitat de regeneració de l'aqüífer.

Els beneficis de la utilització de les aigües del subsòl són els següents:

- És un recurs que es troba repartit uniformement al subsòl de la ciutat, de manera que no es fa necessari construir grans xarxes de distribució per portar l'aigua als punts de consum.
- El seu comportament és independent dels fenòmens meteorològics a curt termini, de manera que el recurs té un alt grau d'estabilitat i garantia.
- El propi terreny fa de dipòsit sense necessitat de cap tipus d'inversió en estructures d'emmagatzematge, amb l'afegit que el mitjà anaerobi del subsòl impedeix la proliferació d'agents biològics a l'aigua. Per tant l'emmagatzematge al terreny és la millor de les garanties sanitàries.
- D'altra banda, l'extracció de l'aigua del terreny és relativament econòmica (només cal un pou i un bombament, generalment d'alçada moderada).
- La utilització de l'aigua del subsòl de forma sostenible contribueix a una certa estabilització dels nivells freàtics i per tant reduir els esgotaments de les filtracions d'infraestructures subterrànies que normalment no s'aprofiten i s'aboquen al clavegueram.

Avaluació quantitativa

Amb l'objecte de quantificar el volum d'aigua que es pot extreure del subsòl de manera sostenible, compatible amb la recuperació i manteniment de la seva qualitat, i la seva distribució territorial, cal fer una modelització hidrogeològica del pla de Barcelona i del delta del Besòs, així com del seu contacte amb l'aqüífer del Llobregat. Aquest model, desenvolupat per al UPC i el CSIC, s'ha anat millorant i actualitzant en els darrers anys, amb el suport de les diferents administracions públiques implicades.

En el marc de la redacció del present Pla, s'ha encarregat al Grup d'Hidrologia Subterrània UPC-CSIC l' "Avaluació i Actualització del Balanç de Massa de les Aigües Subterrànies al Pla de Barcelona. Aplicació del Model Hidrogeològic del Pla de Barcelona i el Delta del Besòs". Aquest estudi consisteix en una actualització de l'anterior, incorporant les dades recollides fins al 2016, i una projecció a 2040 segons els escenaris de canvi climàtic previstos. El document complet s'inclou a l'Annex 2 del present document.

A grans trets, l'estudi inclou:

- Recopilació i actualització de la informació existent.
- Modelització numèrica dels aquífers del Pla de Barcelona i delta del Besòs.
- Avaluació dels impactes del canvi climàtic.
- Avaluació dels impactes hidrogeològics generats pel drenatge d'obres en l'àmbit de Poblenou.
- Anàlisi dels contaminants emergents, i d'altres, als aquífers del Pla de Barcelona i delta del Besòs.

Les fonts de recàrrega de l'aquífer són:

- el riu Besòs.
- la infiltració de l'aigua de pluja en les zones no urbanitzades (faldes de les serres de Collserola i de Marina).
- les pèrdues de les xarxes d'abastament i clavegueram –diferenciant-se en ambdós casos les zones servides amb aigua del Ter i les servides amb aigua del Llobregat–,
- l'escolament urbà.
- la intrusió marina.

L'estudi del pes relatiu de totes aquestes fonts de recàrrega conclou que la font principal de recàrrega de l'aquífer són les pèrdues de la xarxa de drenatge urbà (30% de la recàrrega total), seguida per les pèrdues de la xarxa d'abastament (22%) i per la infiltració de l'escolament urbà (20%).

En general, els nivells piezomètrics mostren una clara estabilitat durant els últims anys. En els pous situats a les zones mitges i altes de Barcelona, els nivells es mantenen pràcticament constants, amb oscil·lacions petites que reflecteixen la dinàmica i els petits cicles induïts per la recàrrega. D'altra banda, a l'aquífer superficial del delta del Besòs, a la zona del Poblenou, sí s'observa una certa dinàmica, eminentment associada a drenatges d'obres de fonamentacions.

Per a l'escenari de 2040, no es preveu cap canvi substancial en la piezometria del Pla de Barcelona i delta del Besòs, i els resultats només apunten a una lleu recuperació dels nivells a l'extrem oest del districte de Sant Andreu. Les imatges corresponents a l'evolució temporal de la piezometria al pla de Barcelona es poden consultar al document de l'Annex 2.

Als plànols 3.1 i 3.2 es representa la geologia del subsòl de Barcelona i els nivells piezomètrics actuals.

A la Figura següent es representen els nivells piezomètrics de la zona de Barcelona en l'actualitat.

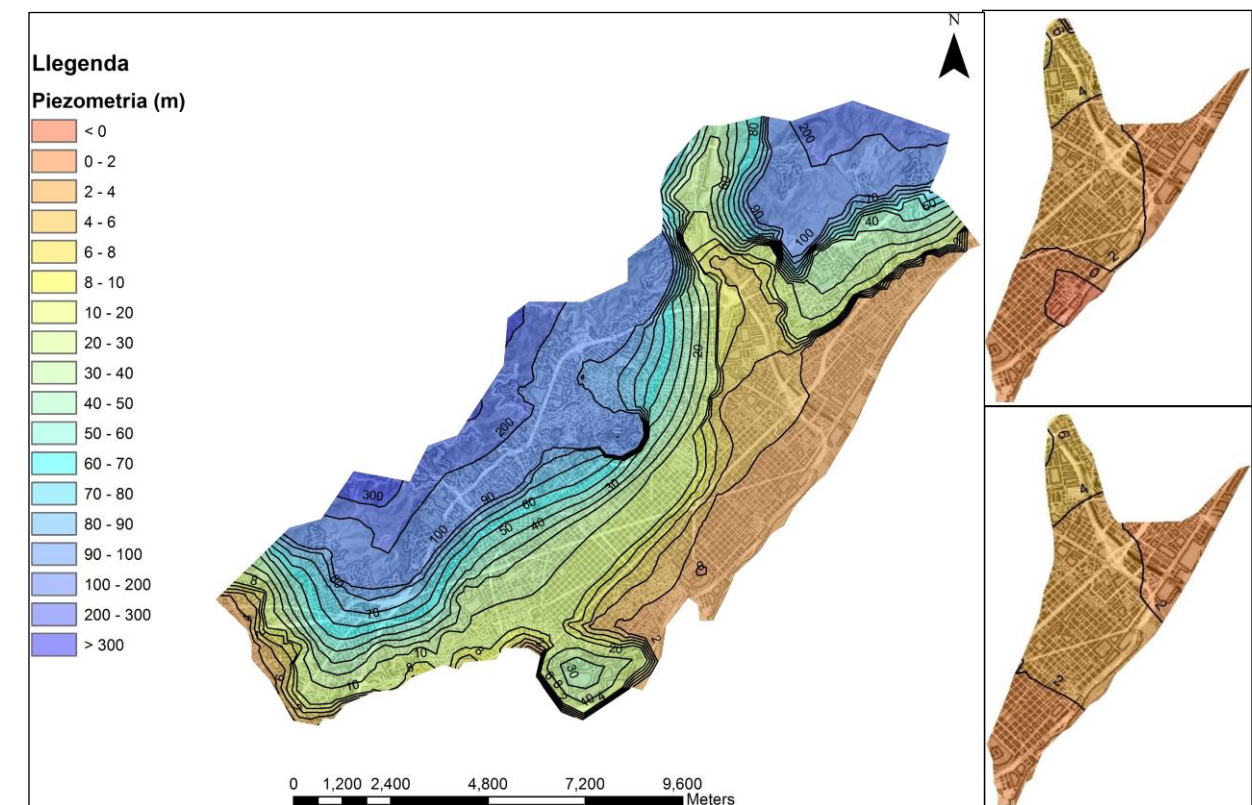
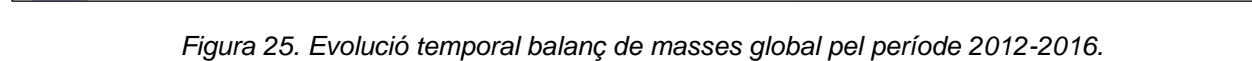


Figura 24. Mapes de piezometria als aquífers superior (esquerra), mitjà (dalt dreta) i profund (baix dreta) a l'any 2017.

En conjunt, el balanç de massa fins al 2016 no ha canviat de forma significativa respecte a l'actualització del model feta el 2012. Si ens fixem exclusivament en l'àmbit de Barcelona, els resultats obtinguts apunten a que les extraccions totals (excloent les del metro) podrien arribar a ser de fins a **25 hm³/any** sense arribar a produir impactes negatius significatius, com intrusions marines. L'única excepció serien els bombaments en zones molt properes al mar a l'aquífer superficial, o en les que ja hi ha una intrusió propera, com ara el Poblenou.

Com que les extraccions dels últims anys (sense incloure el metro) estan al voltant dels 10-15 hm³/any, es calcula que es podrien extreure entre **10 i 15 hm³/any addicionals**. D'aquests, entre **5 i 8 hm³/any** es podrien extreure de la **zona al·luvial del Besòs**, mentre que la resta, uns **2-3 hm³/any**, de la zona del **Pla de Barcelona**. No es recomana que en l'àmbit de Poblenou (entre Gran Via i el mar) es superin els 2 hm³/any (incloses les explotacions ja consolidades). Es recomana controlar aquestes extraccions i fer-ne un seguiment acurat.

A la Figura següent es presenta l'evolució temporal del balanç de massa global per al període 2012-2016. A l'Annex 2 es pot consultar l'evolució temporal corresponent a períodes anteriors.



- Pous privats en desús o sense dades: 36. A l'Annex 8, Infraestructures Històriques d'abastament, s'inclou un llistat d'aquests pous.

Malgrat la informació disponible, es desconeix el volum total d'aigua que s'extreu en els pous privats, ja que en cap dels casos es disposa del volum real extret.

La ubicació dels pous i la seva categoria es representa gràficament al plànol 2.1 del Pla.

CODI	POU MUNICIPAL	VOLUM CONCESSIONAT (m3 / any)	VOLUM EXTRET 2018 (m3/any)
ZUNI	Dipòsit Zona Universitària - pou 1	58.000	25.561
ZUN2	Dipòsit Zona Universitària - pou 2	250.000	35.217
DOLS	Dipòsit Doctors Dolsa	30.000	47.477
PESC1	Dipòsit Joan Miró - pou 1	20.000	8.282
PESC2	Dipòsit Joan Miró - pou 2	25.000	14.564
DXSA	Punt verd Sant Andreu	3.000	71
CALP	Pou paral·lel - Calàbria (1)	175.000	138.580
CAL6	Pous paral·lel - Calàbria (2)	175.000	62.110
TLLO	Torre Llobeta - pou 1	7.000	0
TOLL	Torre Llobeta - pou 2 Cartellà	30.000	8.195
FIR1	Dipòsit Fira-2*	100.000	0
WEPO	Edifici de les Aigües (Wellington - Ciutadella)	165.000	157.127
DURG	Dipòsit Urgell	130.000	6.348
DTA1	Dipòsit Taulat - pou 1	160.000	61.873
DTA2	Dipòsit Taulat - pou 2	160.000	
CANC	Can Cadena	3.000	874
PMAQ	Parc de la Maquinista	3.000	14.479
PBV1	Pou 1 Baró de Viver	125.000	0
PBV2	Pou 2 Baró de Viver	125.000	0
PBV3	Pou 3 Baró de Viver	125.000	0
PBV4	Pou 4 Baró de Viver	125.000	5.563
VILALBA	Dipòsit Vilalba dels Arcs	40.000	17.401
CANM	Can Mestres	3.000	0
DEIN	Dipòsit Escola Industrial	14.000	25.063
GAND	Dipòsit Bori i Fontestà	50.000	20.954
6	Torre de les Aigües	20.000	18.829
PAVE	Dipòsit Rieres d'Horta - pou	30.000	2.231
BURG	Pou Burgos*	200.000	0
BOPA	Pou Bon Pastor*	350.000	0
	Previsió sistema Sagrera, Passeig Sant Joan i altres	1.734.000	109.002
	TOTAL	4.435.000	779.801

Taula 2. Pous de l'Ajuntament de Barcelona.

CODI	POU PRIVAT D'ÚS MUNICIPAL	SUBMINISTRAT (m3/any)
URBA	Urbaser**	69.807
LICE	Liceu	92.710
CNGV	Centre neteja Gran Via**	28.230
	TOTAL	190.747

Taula 3. Pous privats d'ús municipal.

CODI	POU PRIVAT D'ÚS MUNICIPAL	ÚS DE L'AIGUA
MAQUI	Pou AGBAR Maquinista	potabilització
MONT3	Pou AGBAR Montsolís	potabilització
STAN3	Central Besos 3. Pou AGBAR Sant Andreu	potabilització

Taula 4. Pous privats que aprofiten l'aigua per altres usos

Per tant, a partir de la informació disponible, el volum mínim teòric extret pels pous existents s'ha estimat en **2,09 hm³/any**. No es disposa de les dades d'extracció dels pous d'AGBAR, ni si actualment estan o no en servei.

7.1.1.2. Aigua d'esgotaments d'infraestructures subterrànies

Consideracions generals

Els esgotaments de les infraestructures subterrànies s'han de realitzar necessàriament per mantenir la integritat estructural d'aquestes, fet que, en el context actual, fa que s'intenti realitzar un aprofitament d'aquesta aigua, ja que si no es realitza, l'aigua extreta s'ha d'abocar a la xarxa de clavegueram, barrejant-se amb l'aigua residual i acabant a la depuradora, generant un cost de depuració que es podria estalviar.

La baixa qualitat de l'aigua d'esgotaments subterrànies limita la seva utilització. Per invertir aquesta situació, caldria analitzar la qualitat de cadascun dels esgotaments existents, proposar accions de millora de la qualitat de l'aigua (reduint el contacte amb contaminants), i plantejar aprofitaments en aquells punts més adients estratègicament (en termes de qualitat i de proximitat als punts de consum).

Els esgotaments d'infraestructures subterrànies són necessaris quan la fonamentació de la infraestructura es troba per sota del nivell freàtic, o bé quan aquesta es va construir quan el nivell freàtic estava situat molt per sota dels nivells actuals, com és el cas de la xarxa de TMB, FGC i ADIF. Als plànols 2.2 i 2.3 es representa la ubicació d'aquests esgotaments.

L'aigua prové igualment de l'aqüífer, però amb algunes diferències rellevants:

- L'aigua del subsòl entra en la infraestructura subterrània, on és canalitzada pel seu interior i conduïda cap a dipòsits d'acumulació. En aquest procés de transport interior l'aigua subterrània es contamina, i perd la qualitat que tenia en origen (emmagatzemada al subsòl). En molts casos, l'aigua no té prou qualitat o bé no es disposa de la infraestructura necessària pel seu aprofitament, i és abocada a la xarxa de clavegueram.

- Per tant, cal realitzar un anàlisi de la viabilitat de l'aprofitament d'aquest recurs de forma individual per a cada esgotament. A partir dels resultats obtinguts, tant en termes de quantitat de recurs disponible en cada cas, com de qualitat i d'eficiència energètica de l'aprofitament, cal decidir si és viable tècnica i econòmicament desenvolupar les actuacions necessàries per a l'aprofitament d'aquesta aigua.
- Per tot això, és sempre preferible la captació directa de l'aigua del subsòl, abans que l'aigua s'infiltri a la infraestructura: s'eviten problemes d'evacuació, i es garanteix la qualitat del recurs en cas que es vulgui aprofitar. Malauradament, això només és possible en alguns casos en què la infraestructura subterrània (típicament un túnel de Metro) intercepti una massa d'aigua abundant i localitzada. En la majoria dels casos, l'entrada d'aigua es produeix per infiltració difusa al llarg del túnel (que fa la funció de dren), i no és possible captar-la des de l'exterior, ja que llavors l'esgotament del túnel no es realitzaria correctament.
- És necessària una bona coordinació entre el gestor de la infraestructura i el gestor de l'aigua, i la delimitació de les respectives responsabilitats i competències. Com que el bombament sol estar dins de la infraestructura, cal establir clarament aspectes com:
 - Qui és el responsable del funcionament del bombament i la garantia d'accés a aquest.
 - Qui assumeix les despeses del consum elèctric del bombament.
 - Qui és el responsable de mantenir nets els elements de transport des dels punts de captació fins al bombament.
 - El traçat i el manteniment de les canonades de l'aigua impulsada fins que surten a l'exterior de la infraestructura.

Avaluació quantitativa

De l'anàlisi conjunt amb els gestors d'aquestes infraestructures es conclou que:

- Les instal·lacions de ADIF no disposen d'esgotaments significatius, ja que les estacions existents no són gaire profundes, i els túnels tampoc, i per tant no es veuen afectats per problemes d'infiltració.
- Les instal·lacions de FGC tampoc tenen esgotaments significatius a la ciutat de Barcelona. En tenen algun de rellevant a la zona de Gornal-Fira, degut al subalvi de la zona de la Riera Blanca, però es troba al T.M. de l'Hospitalet.
- Alguns edificis singulars de la ciutat disposen d'esgotaments permanents del freàtic que destinen per a altres usos. S'indiquen al plànol 2.3 els esgotaments dels quals es té constància actualment. D'aquests esgotaments destaquem els següents:
 - Aparcament del centre comercial Diagonal Mar: extreu força quantitat, però és aigua molt salinitzada i actualment no es realitza un aprofitament.
 - Aparcament de B:SM de Santa Caterina: extreu molt poc cabal i no es pot aprofitar.
 - Mercat de Sant Antoni: l'esgotament freàtic s'utilitzarà per omplir les cisternes dels WC.

- Edifici UPF C/ Wellington: l'esgotament del freàtic s'utilitza parcialment per a climatització de l'edifici en circuit obert (l'aigua extreta passa per l'intercanviador de calor i finalment s'aboca a clavegueram), i parcialment per a injecció a l'aqüífer.

Els pous del Liceu s'han inclòs a l'apartat anterior, donat que aquests no es poden considerar esgotaments, ja que l'esgotament del Liceu es realitza induint un descens del freàtic mitjançant dos pous que bombegen aigua directament del subsòl.

- La xarxa de Metro de Barcelona disposa d'instal·lacions i cabals d'esgotament significatius, essent els més abundants dels esmentats anteriorment. A la Taula 5 s'indiquen els cabals i volums extrets (calculats a partir dels cabals mitjos) dels esgotaments de TMB al terme municipal de Barcelona. Segons les dades exposades, el volum extret al 2016 és de **5,5 hm³/any**. Sobre aquest volum total extret s'han de tenir en compte els següents aspectes:
 - Es poden considerar com a aprofitables aquells esgotaments que tenen un cabal mig superior a 3 l/s (qualsevol pou de captació directe al subsòl pot extreure aquest cabal sense problema, i amb major garantia de qualitat).
 - La viabilitat real d'aprofitament dependrà de la qualitat obtinguda, que s'analitza a l'apartat 8.2 del present document. Cal destacar que les darreres analítiques realitzades de les estacions de Marina, Glòries i Arc de Triomf donen resultats que fan descartar el seu aprofitament directe. En qualsevol cas caldrà estudiar les actuacions necessàries per eliminar les fonts de contaminació de l'aigua esgotada per tal que aquesta es pugui aprofitar amb garanties.

Per tant, tenint en compte els aspectes esmentats anteriorment, el volum aprofitable dels esgotaments de TMB seria de **5,5 hm³/any**, sempre en funció de la qualitat del recurs, que és variable.

Actualment, l'Ajuntament de Barcelona i TMB han signat convenis de col·laboració per a l'aprofitament de les aigües dels esgotaments de les estacions de Paral·lel, Lesseps, Besòs Mar i de la galeria de serveis de la Línia 5 a la Rambla Brasil. El volum total esgotat cedit a l'Ajuntament és de **627.341 m³/any**, tal com s'indica a la Taula 6.

D'aquest volum s'aprofita actualment una petita part, **15.515 m³/any**, que podria augmentar significativament, amb un esforç conjunt de les entitats implicades amb l'objectiu de millorar de la qualitat de l'aigua esgotada i augmentar el seu aprofitament.

	ESTACIÓ	Q mig (l/s)	V esgotat (m3/any)	V cedit a AjB (m3/any)	V utilitzat (m3/any)
LÍNIA 1	ARC DE TRIOMF*	14,27	449.889		
	MARINA*	12,66	399.214		
	GLÒRIES*	7,58	239.133		
	S. ANDREU	3,31	104.420		
	BARÓ DE VIVER	5,95	187.696		
	STA. COLOMA	5,96	187.876		
LÍNIA 2	PARAL·LEL	14,15	446.250		
	PARAL·LEL (mixto)	3,14	98.985		
	PARAL·LEL	2,18	68.831		
	MONUMENTAL	3,12	98.332		
	ENCANTS	0,32	10.102		
	CLOT	0,50	15.660		
	SANT MARTÍ	6,37	200.876		
	SANT MARTÍ	4,65	146.657		
LÍNIA 3	SANTS ESTACIÓ	0,48	15.070		
	ESPANYA	4,38	138.022		
	POBLE SEC	6,80	214.362		
	PARAL·LEL	1,07	33.830	75.687	0
	PARAL·LEL	5,03	158.713	170.294	0
	DRASSANES (mixto)	6,07	191.318		
	LESSEPS	3,10	97.715	66.000	9.383
	VALLCARCA	3,10	97.741		
LÍNIA 4 - 11	CANYELLES	0,64	20.213		
	BESÒS MAR	17,33	546.510	315.360	5.639
	BESÒS MAR (mix)	0,95	29.846		
	SELVA DE MAR	2,26	71.120		
	POBLE NOU (mixto)	4,87	153.453		
	BOGATELL (mixto)	0,21	6.725		
	CIUTADELLA (mixto)	0,58	18.302		
	BARCELONETA	6,62	208.636		
	BARCELONETA	1,70	53.760		
	JAUME I	0,94	29.753		
	URQUINAONA	4,98	156.993		
	PASSEIG DE GRÀCIA	0,81	25.606		
	GIRONA	0,90	28.382		
	MARAGALL	1,28	40.434		
	TORRE BARO	0,84	26.479		
	CAN CUIAS	3,56	112.329		
LÍNIA 5	PLAÇA DE SANTS	4,36	137.398		493
	VERDAGUER	1,69	53.357		
	VIRREI AMAT	0,68	21.536		
	VILAPICINA	1,02	32.263		
	HORTA (mixto)	1,72	54.242		
	PE CARMEL	0,70	21.971		
	PA DIPÒSIT	1,48	46.627		
TOTAL EXTRET			5.496.630		
TOTAL APROFITABLE			3.684.284*	627.341	15.515

*Sense tenir en compte els volums de les estacions, de Marina, Glòries i Arc de Triomf

Taula 5. Extraccions del metro a Barcelona

7.1.1.3. Aigua de mines, déus o antics aqüeductes

Consideracions generals

Les mines del Pla de Barcelona són infraestructures subterrànies de tipus dren, que transporten l'aigua subterrània des del punt d'origen fins a un punt de consum. Actualment no se'n construeixen, així que les mines existents són vestigis històrics, en la seva major part abandonades, si bé algunes encara conserven un cert grau d'aprofitament.

La captació d'aigua subterrània mitjançant mines és un punt a tenir en compte en qualsevol estudi o valoració de la possibilitat d'explotació de l'aigua, ja que en el subsòl de Barcelona hi són presents en un nombre significatiu. Al plànol 2.4 es representa el traçat de les mines existents de les quals es té constància actualment.

Com es pot veure al plànol, la major part de les mines d'aigua es troben situades a la part alta de la ciutat, ja que històricament es construïen per aprofitar l'aigua que s'infiltrava a la muntanya de Collserola. Degut a les dificultats en el manteniment i construcció d'aquestes mines des de la part alta de la ciutat cap a punts més propers a la costa, la part baixa de la ciutat s'abastia directament de pous que extreïen aigua del subsòl. Amb la implantació de la xarxa de subministrament d'aigua potable, tant les mines com els pous de captació es van anar deixant d'utilitzar. Es disposa de registre de molts d'aquests pous, però no de tots, ja que gairebé tots ells actualment estan anul·lats o en desús.

A l'Annex 8, *Infraestructures històriques d'abastament d'aigua a la ciutat. Anàlisi de viabilitat d'explotació*, s'inclou un recull dels registres històrics de les mines construïdes a la ciutat, tant el que existeix a l'Ajuntament, com el Registre d'Aigües que posa a disposició l'ACA per a consulta pública. També s'ha realitzat el recull de les mines de les que es té informació de la seva localització, ja sigui perquè estan connectades al clavegueram o perquè s'hagin realitzat inspeccions del seu interior, com de les que tot i no ser accessibles actualment s'aprofiten en la mesura del cabal que donen.

A banda de les mines, existeixen encara restes d'altres infraestructures destinades originalment al transport de l'aigua per a consum i que, actualment, o formen part de la xarxa de clavegueram, o han quedat en desús, o directament han desaparegut amb el creixement de la ciutat. Aquestes antigues infraestructures estan inventariades a l'Annex 8, i el seu traçat es representa al plànol 2.6.

Entre aquestes cal destacar el Rec Comtal, infraestructura que portava l'aigua superficial i subàlvia del riu Besòs des de Montcada fins a Barcelona. La major part del Rec es va anar cobrint al llarg del temps amb el creixement urbanístic de la ciutat, passant a formar part de la xarxa de clavegueram des de Vallbona fins a Ciutat Vella. Però en el seu tram inicial, des de Montcada fins al barri de Vallbona de Barcelona, el Rec Comtal encara està operatiu amb les seves característiques originals. Actualment, els usos del Rec Comtal són, per una banda, el d'ús paisatgístic i ecològic i un ús per al reg, per part dels Horts de la Ponderosa i d'altres horts informals. La titularitat de la concessió del Rec Comtal es distribueix de la següent manera: 2/3 del cabal corresponen a la Junta Directiva de la sèquia comtal i les seves mines, i 1/3 del cabal correspon a l'Ajuntament de Barcelona.

En el plantejament de viabilitat d'explotació de mines, cal tenir presents els següents factors:

- Propietat: les mines són per un costat, propietats privades registrades en el Registre Civil i, per tant sotmeses a la normativa del Codi Civil, i per un altre costat són concessions d'aprofitament, sotmeses a la Llei d'Aigües. Per tant, encara que moltes d'elles semblin estar en desús, per aprofitar l'aigua d'una mina s'ha de conèixer l'estat legal de la mateixa, quins són els seus propietaris i si la concessió atorgada és encara vigent.
- Forta estacionalitat de cabals: en ser sistemes de captació d'aigua construïts en materials pocs permeables, amb poca profunditat, i forta interacció amb infraestructures soterrades, el cabal que es pot obtenir d'elles, a més de ser baix, és molt variable, subjecte com està a la irregularitat de les precipitacions. Per tant la seva explotació estarà fortament condicionada per aquest factor i sempre requerirà de dipòsits d'emmagatzematge.
- Treballs de manteniment: els costos de manteniment de les mines no són menyspreables i inclouen els treballs de cartografia per al correcte posicionament en plànol, la construcció o condicionament de registres per a permetre l'accés als treballs de manteniment, la neteja contínua per evitar sedimentacions i incrustacions, l'extracció d'arrels, i la reparació dels esfondraments i altres desperfectes. La zona de captació d'aigua no pot tenir revestiment per afavorir el drenatge de la mateixa.
- D'altra banda, es considera necessari disposar d'un inventari actualitzat de les mines i tenir ben situades i cartografiades les que s'hagin localitzat, en tractar-se de galeries soterrades que poden interferir amb altres serveis de la ciutat o fins i tot estar involucrades en problemes que es puguin produir al subsòl.

Avaluació quantitativa

En l'aprofitament de mines cal tenir en compte el poc cabal que solen aportar (cabals al voltant de 0,5–1 l/s en el millor dels casos) i la seva acusada estacionalitat, que fa necessària la construcció de dipòsits d'emmagatzematge per tal de donar un subministrament constant, que en qualsevol cas tindrà molt baix cabal i molt susceptible a períodes de sequera. Per tant, l'aprofitament de mines com a recurs hídric alternatiu només es pot considerar en casos molt puntuals i on no sigui crític el descens acusat d'aigua, o fins i tot la manca d'aigua en certs períodes. Per això no es considera un recurs adient com a subministrament d'una xarxa de distribució d'aigua en permanent servei.

També s'ha valorat l'aprofitament de les fonts que es localitzen a la vessant barcelonina de Collserola. Aquestes són surgències naturals dels materials pissarrosos i granítics que conformen la serra. Aquests materials tenen baixes permeabilitats, per aquesta raó aquestes fonts presenten cabals minsos i, en algun cas, resulten intermitents, deixant de rajar en èpoques d'estiatge. En el plànol 2.5 es mostra la localització de les fonts més significatives.

Els cabals d'aquestes fonts són de l'ordre de 10^{-2} a 10^{-3} l/s. Pel seu reduït cabal i per les poques garanties de poder donar un cabal constant, es considera que l'ús més adequat per aquestes surgències és el lúdic i social que actualment s'està realitzant.

Segons les dades de què es disposa de consums d'aigua de mines (no es disposa de la totalitat de les dades de consum d'aigua de mines per tractar-se d'infraestructures de titularitat privada), l'any 2016 es van consumir **20.647 m³** (dades extretes dels comptadors d'aigua de les mines als quals té accés l'Ajuntament de Barcelona).

A l'àmbit municipal, actualment s'està aprofitant l'aigua provinent d'una surgència al torrent dels Maduixers, que abasteix un dipòsit situat al Parc de Neteja del Torrent dels Maduixers. El seu consum anual (2016) és de 1.512 m³/any.

Al següent gràfic es representa el repartiment dels diferents recursos d'aigua del subsòl.

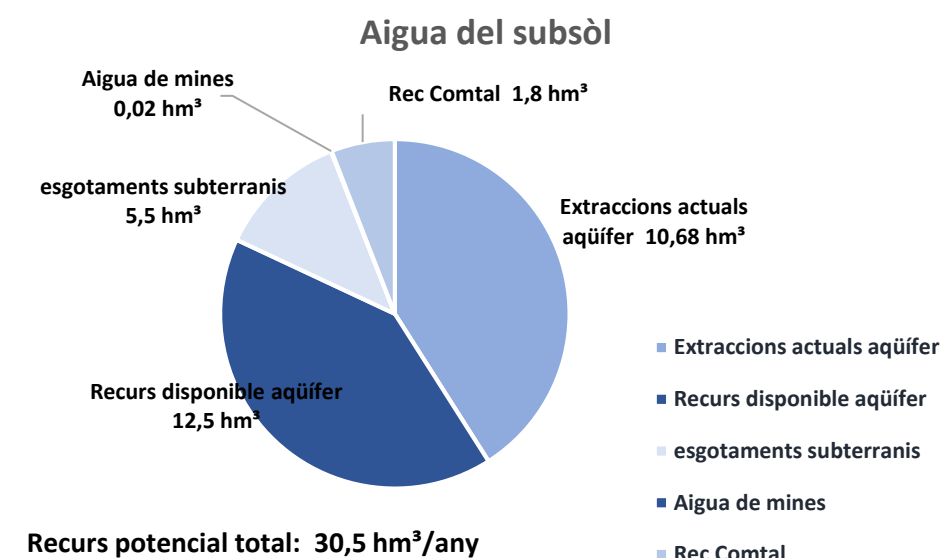


Figura 26. Distribució del recurs d'aigua del subsòl segons el seu origen.

7.1.2. Aigua regenerada

7.1.2.1. Consideracions generals

L'aigua regenerada de depuradora és un recurs de recent aparició, i que en els últims anys s'està estenent considerablement, fruit de l'escassetat de recursos propis i de l'increment de l'interès pel reaprofitament dels recursos existents. Segons dades de l'ACA, a Catalunya el consum d'aigua regenerada ha estat de 29,35 hm³.

Des de l'Agència Catalana de l'Aigua es considera l'aigua reutilitzada com una font alternativa de recurs per a usos que no siguin com a aigua de beure (industrials, reg de camps de golf, usos municipals, reg agrícola i usos ambientals). Aquesta aigua regenerada, ha estat tractada prèviament en depuradores (EDAR) i posteriorment amb un tractament addicional o complementari de regeneració (ERA) que li permet assolir la qualitat fisicoquímica i sanitària adequada per ser reutilitzada en uns usos determinats.

El tractament per reutilitzar aigües residuals es realitza a les estacions de regeneració d'aigua (ERA). En la majoria dels casos, aquestes estacions solen ser instal·lacions independents de les depuradores. Segons l'ús final de l'aigua regenerada, cada ERA té un tipus de tractament o un altre.

A les instal·lacions de la EDAR d'El Prat de Llobregat, que depura les aigües residuals de la meitat de Barcelona i d'altres poblacions del Baix Llobregat, s'ha construït la ERA del Prat. A la Figura 27 es representa la xarxa de subministrament complementària a la ERA construïda per l'AMB i els usos previstos per aquesta xarxa.

Els trams executats dins del terme municipal de Barcelona són:

- Una canonada de distribució per a reg de zones verdes i usos industrials que va des de la ERA fins al Passeig del Migdia.
- Una canonada de distribució per a la injecció d'aigua a la barrera contra la intrusió salina de l'aqüífer del Llobregat.



Figura 27. Conduccions d'aigua regenerada a l'àmbit de Barcelona

Al plànol 4.2. es representa el traçat del sistema de subministrament d'aigua regenerada existent al terme municipal de Barcelona.

Els drets d'explotació d'aquest recurs en l'àmbit metropolità de Barcelona estan concessionats a l'AMB, segons resolució de l'ACA de 19 d'octubre de 2010. En dita resolució s'estableixen, entre altres condicions particulars:

- Els usos que se'n pot donar a l'aigua regenerada: neteja viària, del clavegueram, i reg de parcs i jardins.
- La necessitat de disposar, per a l'ús de l'aigua regenerada, d'un informe favorable de l'Agència de Protecció de la Salut amb caràcter previ a la subscripció de contractes o atorgament de títols d'aigua per als usos establerts.

Amb data 26 de novembre de 2010, l'Agència de Protecció de la Salut va informar favorablement a l'Ajuntament de Barcelona respecte a l'ús de l'aigua regenerada de la ERA d'El Prat per als usos esmentats anteriorment.

Amb data 14 de gener de 2011, l'AMB resol subministrar aigua regenerada a l'Ajuntament de Barcelona per un termini de 2 anys, renovables successivament, amb un volum de 140.000 m³/any.

Paral·lelament a la inversió realitzada per l'AMB, l'Ajuntament de Barcelona ha impulsat, arran de la sequera de 2008, la utilització de l'aigua regenerada per al reg de parcs a la muntanya de Montjuïc, mitjançant la construcció d'un dipòsit de cua de 100 m³ situat al passeig Olímpic amb el Passeig del Migdia, connectat a la canonada provinent de la ERA d'El Prat i a la xarxa de distribució d'aigua freàtica de Montjuïc.

A banda de la capacitat del sistema per a la generació i distribució d'aigua regenerada, cal tenir en compte els següents aspectes:

- L'aigua regenerada té un ampli rang d'usos compatibles amb els seus paràmetres de qualitat, però no es pot interconnectar amb la xarxa d'aigua freàtica, ja que aquesta perdria el seu nivell de qualitat, necessari per a d'altres usos com ara l'abastament de les fonts ornamentals. Per tant, caldria executar sistemes separatius segons els usuaris connectats a cadascun dels sistemes.
- Per tal que el sistema tingui total garantia de pressió de subministrament, caldria construir un dipòsit a la muntanya de Montjuïc que faci de xemeneia d'equilibri. De totes maneres, aquest fet no afecta al subministrament del freàtic de Montjuïc, que penja de les basses de Tres Pins que estan més amunt.
- Com s'ha dit anteriorment, la utilització de l'aigua regenerada requereix el vistiplau de l'Agència de Protecció de la Salut, que estableix els usos que es poden cobrir i els paràmetres de qualitat de l'aigua que s'han de complir en tot moment. Aquest fet comporta la realització d'un pla de control analític de l'aigua regenerada en compliment amb el RD 1620/2007.
- Respecte a la sostenibilitat econòmica de l'explotació d'aquest recurs, caldria que l'Àrea Metropolitana de Barcelona defineixi una tarifa per tal de cobrir les despeses del tractament, distribució i amortització de les instal·lacions de l'aigua regenerada.

7.1.2.2. Avaluació quantitativa

La ERA d'El Prat té un cabal de disseny de 3,25 m³/s i una capacitat de tractament per cobrir una demanda de 50 hm³/any. El procés de tractament de regeneració d'aigua en aquesta ERA és el següent:

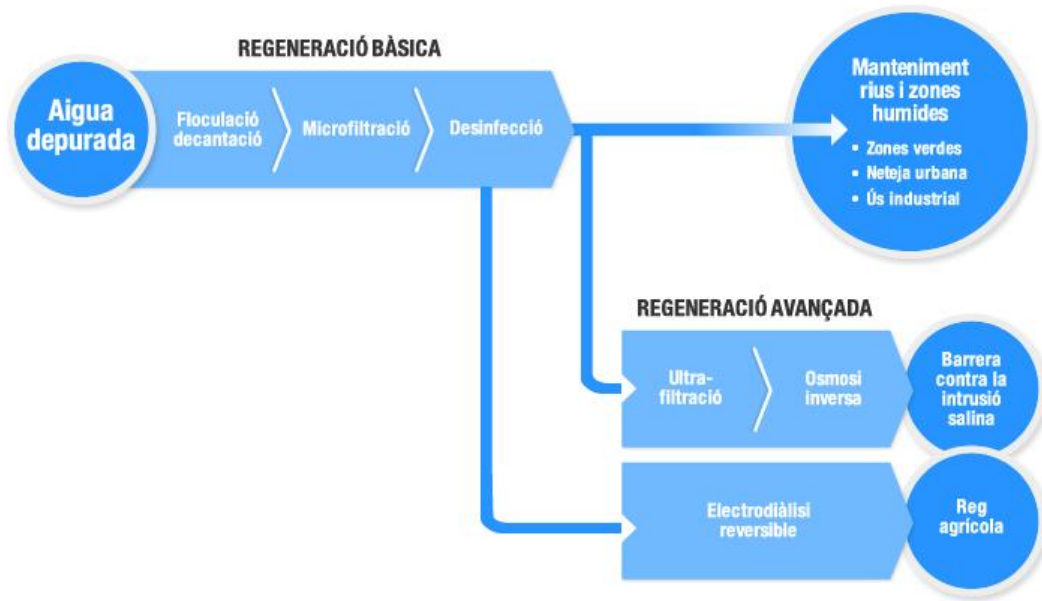


Figura 28. Esquema del procés de tractament de l'aigua regenerada (font:web Àrea Metropolitana de Barcelona)

Com es pot veure a la figura anterior, L'ERA del Prat de Llobregat disposa de dos tractaments de regeneració, consistents en:

- tractament de **regeneració bàsica**, format per un procés de coagulació, floculació, microfiltració i desinfecció. Aquest tractament permet reutilitzar l'aigua per al manteniment de rius i zones humides, per a la neteja urbana i per a determinats usos industrials.
- tractament de **regeneració avançada**, que es realitza en una segona fase, depenent de l'ús posterior que es vulgui donar a l'aigua regenerada. Per al reg agrícola és necessari fer un tractament d'electrodiàlisi reversible, per a reduir el contingut de sals, i per a la injecció a l'aqüífer cal passar un procés d'ultrafiltració i osmosi inversa.

La capacitat de subministrament de les instal·lacions d'aigua regenerada al terme municipal de Barcelona és la següent:

USOS	CABAL DISSENY	
	m³/dia	hm³/any
Barrera contra intrusió salina	15.000	5,5
Reg de zones verdes	2.000	0,73
Usos industrials	7.000	2,56

Taula 6. Cabals dels usos de l'aigua regenerada al T.M. de Barcelona

En base a les dades exposades en aquest apartat, es pot concloure que:

- El **recurs potencial** d'aigua regenerada al terme municipal de Barcelona per a usos industrials, neteja urbana i reg d'espais verds és de **3,29 hm³/any**.
- El **recurs disponible** actualment l'Ajuntament de Barcelona està estudiant diversos projectes que contemplin l'ús de l'aigua regenerada per als usos possibles.

7.1.3. Aigües pluvials

L'aprofitament de les aigües pluvials es realitza des de fa segles a nivell particular, però el seu aprofitament a nivell municipal és un tema de relativa actualitat a la ciutat de Barcelona. L'interès per l'aprofitament de les aigües de pluja a l'àmbit urbà es recolza en criteris de sostenibilitat, tal com s'exposa a l'apartat 1.2. del present document. L'aprofitament de les aigües pluvials incideix de manera directa en la reducció del volum d'aigua que en episodis de pluja entra a la xarxa de clavegueram i provoca abocaments no controlats al medi receptor, o bé és conduïda a les depuradores, amb la conseqüent despesa econòmica associada. Per tant, l'aprofitament d'aigües de pluja comporta beneficis ambientals i econòmics a considerar.

Des del punt de vista d'aquest pla, es consideren els següents tipus d'aigües pluvials susceptibles de ser aprofitades:

- Aigües pluvials recollides a capçalera dels torrents, interceptant l'escolament superficial de les rieres naturals de Collserola abans que entrin al medi urbà.
- Aigües pluvials recollides a l'espai públic provinents de l'escolament superficial.
- Aigües pluvials recollides directament a les cobertes dels edificis.

Es descarten les aigües pluvials recollides en xarxes separatives a la via pública i les aigües pluvials retingudes als dipòsits de regulació de la xarxa de clavegueram unitària per la seva elevada càrrega contaminant, similar a la de l'aigua residual. Segons la normativa vigent (R.D. 11/1995), es consideren aigües residuals urbanes les aigües residuals domèstiques o industrials o la barreja d'aquestes amb aigües d'escorrentiu pluvial.

Cal destacar però certs aspectes a tenir en compte de cara a l'aprofitament de l'aigua d'origen pluvial en àmbit urbà:

- Les aigües pluvials són un recurs irregular, per la pròpia naturalesa del règim de precipitacions mediterrani. El recurs només està disponible en les hores o dies posteriors a la pluja, per tant la garantia de disponibilitat d'aquest recurs és molt baixa. Això fa que aquest s'hagi de considerar com a recurs complementari a una altra font de major garantia de subministrament, com ara l'aigua freàtica, o bé l'aigua potable.
- El cost dels elements de captació i emmagatzematge de les aigües pluvials és elevat, donat que requereixen certa inversió inicial i tenen associats costos de manteniment, ja que s'aconsella que l'aigua pluvial rebi un tractament mínim previ a la seva utilització. Aquest tractament mínim pot anar des d'una filtració fins a una desinfecció d'aquestes aigües segons l'ús que se l'hi vulgui donar.
- Les aigües pluvials no es poden considerar aigües reutilitzades ni aigües regenerades, ja que aquestes no han tingut un ús previ, sinó que el seu aprofitament consisteix en una retenció de les aigües per a la seva posterior utilització. Per tant, aquestes no estan subjectes a la normativa vigent en matèria d'utilització d'aigües depurades (R.D. 1620/2007, de 7 de desembre, pel qual s'estableix el règim jurídic de la reutilització d'aigües depurades). No existeix cap tipus de legislació pel que fa a la regulació d'aprofitament de les aigües pluvials. Únicament s'estableix que, la utilització privativa d'aigües pluvials requereix comunicació a l'ACA del seu aprofitament per tal que sigui inscrit al registre d'Aigües.

- En aquest sentit, a falta d'una normativa clara aplicable al respecte, els requeriments qualitatius de l'aigua s'estableixen en el present Pla en funció del seu ús, en base a la normativa vigent i a recomanacions extretes de bibliografia i de normativa d'altres països. A l'Annex 4, *Requeriments de qualitat en funció de l'ús del recurs*, es recullen aquestes recomanacions i la normativa aplicable en cada cas.

Per a l'estimació del volum d'aigua de pluja susceptible de ser aprofitat, cal utilitzar la pluviometria d'un any mig. Per determinar aquest any mig s'analitza la informació pluviomètrica disponible a BCASA dels darrers 20 anys, tenint en compte diferents paràmetres (pluviometria, intensitat de precipitació, número d'episodis). A la Taula 7 s'exposen les dades de pluviometria utilitzades per a l'anàlisi. L'any mig correspon a aquell any que tingui el major nombre de paràmetres propers a la mitjana dels últims 20 anys estudiats. S'indiquen en blau els valors que s'acosten més al valor mitjà de cada columna.

	<i>Pluja acumulada mitjana anual</i>	<i>Pluja acumulada màxima (per episodis)</i>	<i>Núm. Episodis</i>	<i>I20 màxima</i>	<i>Núm. Episodis I20>5 mm</i>
1996	866	84,2	136	63	69
1997	456	92	52	125	42
1998	397	73	56	98	44
1999	416	128	54	71	47
2000	342	50	64	76	51
2001	401	70	48	82	41
2002	750	134	67	112	56
2003	476	52,7	56	65,7	45
2004	499	50,1	64	60,9	50
2005	544	93,6	51	103,8	47
2006	413	100,3	40	114,9	36
2007	399	88,9	42	85,2	36
2008	564	57,7	70	88,8	59
2009	457	84,5	52	96,6	41
2010	630	72,7	70	66,9	50
2011	758	98,7	56	148,5	51
2012	410	69,6	42	59,1	34
2013	492	55,1	51	75	39
2014	559	95,4	51	88,2	40
2015	321	60,6	37	89,1	33
2016	418	62,2	36	83,1	25
MITJANA ACOTADA	457,1	73	52	85,2	44

Taula 7. Dades pluviomètriques de Barcelona dels darrers 20 anys (episodis amb $P > 1$ mm).

Tal com es pot veure a la taula anterior, l'any 2009 és el que té el major nombre de valors propers al valor mitjà dels últims 20 anys. La pluviometria del 2009 serà la utilitzada per a l'anàlisi

quantitatiu del recurs d'aigua pluvial. Es seleccionaran les dades de diferents pluviòmetres en funció del tipus de recurs d'aigua pluvial analitzat.

7.1.3.1. *Aigua pluvial captada a les rieres naturals de Collserola*

Consideracions generals

A títol orientatiu, al plànol 4.1.3 es mostra el traçat de les antigues rieres de Barcelona, avui ja desaparegudes i incorporades a la xarxa de clavegueram, excepte les seves capçaleres de la zona de Collserola.

Pel que respecta a les aigües de rieres naturals generades a la serra de Collserola a l'àmbit barceloní, distingim entre les rieres de la vessant Nord, i les rieres de la vessant Sud:

- Les **rieres de la vessant Nord** són tributàries del riu Llobregat i per tant ja estan complint una funció mediambiental: alimentar el sistema hídric superficial i subterrani de la conca baixa del riu Llobregat. Per tant, aquestes no s'inclouen a l'anàlisi del recurs, amb l'excepció del pantà de Vallvidrera, amb un volum d'explotació de 10.000 m³, i situat a la capçalera de la riera de Vallvidrera. L'aprofitament de l'aigua emmagatzemada pel pantà s'ha de descartar, ja que la detracció de cabals podria comprometre l'estabilitat de la flora i la fauna dels entorns i del propi pantà, actualment en desenvolupament dins del programa Barcelona+Sostenible. De fet, segons fonts del Patronat de Collserola, únicament es podrien aprofitar les aigües quan es fan buidats programats per manteniment del pantà, però es tracta d'actuacions molt esporàdiques i en qualsevol cas l'aigua desembassada serveix per alimentar el sistema fluvial del Llobregat. En els últims anys s'ha executat un dipòsit de retenció d'aigües de la xarxa de clavegueram de Vallvidrera, amb l'objectiu de protegir el pantà dels vessaments de la xarxa de clavegueram en episodis de pluja.
- Les **rieres de la vessant Sud** que desguassen a la xarxa de clavegueram de la ciutat, i per tant formen part del cicle urbà de l'aigua i són susceptibles d'aprofitament. Les aigües de pluja recollides per aquestes rieres entren al cicle urbà de l'aigua de diferents maneres:
 - Reg de la vegetació de la vessant sud de la serralada de Collserola
 - Infiltració al terreny, afavorint la recàrrega de l'aquífer.
 - I per últim una altra part no arriba a infiltrar-se i acaba entrant a la xarxa de clavegueram, a través de les captacions localitzades de capçalera de la xarxa, o bé segueix circulant en superfície per la zona urbanitzada fins que acaba entrant a la xarxa a través dels embornals.

L'aigua que interessa recollir és aquella que encara no ha passat per zones urbanitzades i per tant els contaminants que pot arrossegar són mínims. Per tant els punts de captació i emmagatzematge s'haurien de col·locar a les lleres dels torrents, just aigües amunt dels punts d'entrada d'aquests a la xarxa de clavegueram de la ciutat.

Avaluació quantitativa

Per a l'estimació de la pluja aprofitable per caiguda a les conques vessants a les rieres de Collserola, s'ha utilitzat la informació pluviomètrica de 3 pluviòmetres localitzats a diferents punts

de l'àmbit de Collserola. A continuació es llisten els pluviòmetres seleccionats per a l'estimació del volum d'aigua aprofitable, i la precipitació recollida l'any 2009 a cadascun d'ells:

- P1: Centre Pau Casals (Canyelles). P=411 mm.
- P18: Palau de les Hores, Parc Les Hores. P=491 mm
- P25: Observatori Fabra. P=499 mm

A partir de les dades de precipitació diària dels pluviòmetres seleccionats s'ha creat la sèrie anual de precipitacions mitjanes d'aquests tres pluviòmetres (en mm) per a l'any d'estudi (2009). La precipitació mitjana anual d'aquesta sèrie és de 460 mm.

Per calcular el volum d'aigua de pluja que generarà escorrentiu superficial i que per tant podrà ser emmagatzemat, s'ha de calcular el llindar d'escorrentiu de cada conca vessant, que dependrà dels usos del sòl d'aquestes (grau d'impermeabilització, tipus de vegetació, etc.). Com a criteri de partida, i tenint en compte els usos del sòl de la zona de Collserola, els episodis de pluja inferiors a 10 mm i superiors a 30 mm no es tenen en compte per al càlcul.

A la Figura 29 es representen els valors mitjans de precipitació diària per al 2009 a la zona de Collserola ordenats de major a menor. En vermell s'indiquen els episodis de pluja superiors a 10 mm, que seran susceptibles de ser aprofitats ($P > 10$ mm). La precipitació aprofitable a la zona de Collserola s'estima en **292 mm/any**.

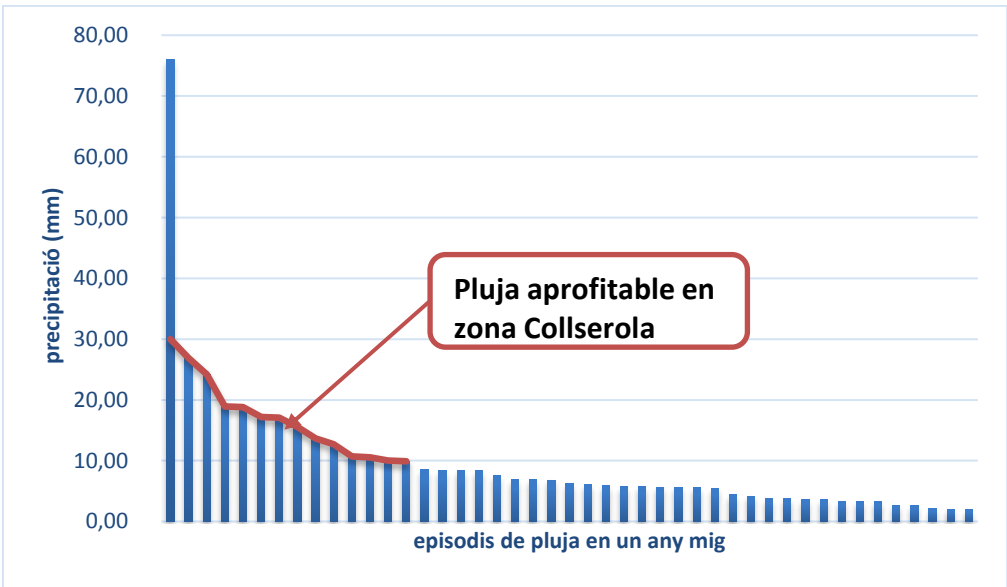


Figura 29. Sèrie anual de precipitacions mitjanes diàries per a l'any 2009 en la zona Collserola

Seguint el mètode de càlcul exposat a les "Recomanacions tècniques per als estudis d'inundabilitat de l'àmbit local" de l'ACA (2003), es calcula el llindar d'escorrentiu P_0 per a cada subconca de Collserola.

A partir de la superfície de cada conca, i la pluja neta caiguda (diferència entre la pluja total i el llindar d'escorrentiu de la conca), s'obté el volum d'aigua de pluja generat en cadascuna de les conques.

Al plànol 4.1.2 es representen els cursos principals d'aigua de la vessant sud de Collserola, obtinguts a partir del Model Digital del Terreny de l'Institut Cartogràfic de Catalunya, i la proposta de punts de captació i retenció d'aigua de pluja en cada cas. S'ha considerat que les conques amb

una superfície inferior a 4 ha no tenen prou capacitat per generar un volum d'aigua de pluja prou significatiu pel seu aprofitament (inferior a 1.000 m³/any), per tant aquestes no s'han tingut en compte. Aplicant doncs aquest criteri, s'obté que el volum d'aigua generat a les capçaleres de les conques de Collserola susceptible de ser aprofitat és de **569.108 m³/any**. Aquest volum es reparteix en 34 punts de captació repartits per la vessant sud de la serralada. La ubicació dels punts de captació s'indica al plànol 4.1.2.

A la Taula 8 es detallen els volums generats per les conques de Collserola per un any mig.

CODI CONCA	NOM	ÀREA (m ²)	VOLUM (m ³)
47	Torrent de Can Borrell	845.410	62223
52	Torrent de Can MasDeu_05	697.983	63307
49	Torrent de Cal Notari	695.996	53540
36,37	Torrent de la font del Bacallà	609.745	50557
70	Torrent de la Font de Muguera	518.711	38316
27,28,29	Torrent de Bellesguard	360.528	28388
33	Torrent de l'Infern	257.655	20210
26	Torrent de la font de Bou	239.088	23083
24	Torrent de Marganet	203.786	18294
38,42	Torrent de Sant Genís	186.521	14308
48	Torrent d'en Pallos	178.534	13034
59-63	Torrent de la Torre Vella	177.884	14062
57	Torrent de Valent	171.342	13009
16	Riera de les Monges	158.659	13462
15	Riera de les Monges	137.537	11899
44	Torrent d'en Pomaret	131.194	9852
39,40	Torrent Casa Fuster	130.465	10104
22	Torrent de la Font del Mont	122.962	12028
30,31	Torrent Frare Blanc_03	120.361	9229
51	Torrent Casa Quintana	106.150	8762
17,18,19,20,21, 95,96	Torrent dels Arcs	104.693	8461
50	Torrent de Cal Notari	102.805	7876
43,45,46,101	Torrent de Montbau	96.799	8622
98,99,100	Torrent del Penitents	78.559	7292
66	Torrent del Nen	74.832	6937
67,68,69,102	Torrent de Perera	72.106	6570
10	Torrent de Can Campanya	69.430	5694
91	Torrent de la font del Lleó	65.394	4957
35	Torrent de la font del Bacallà	52.659	6619
5	Torrent de Can Campanya	52.271	4006
11	Torrent de Can Campanya	49.586	3804
41	Torrent Casa Fuster	41.853	3380
64,65	Torrent del Nen	41.039	3382
90	Torrent de Marganet	30.269	3842
TOTAL			569.108

Taula 8. Volums anuals generats per les conques de la vessant sud de Collserola per un any mig.

Aquest valor correspon al volum generat per la pluja en un any mig en cadascuna de les conques. No obstant, cal limitar el volum de precipitació que es pot emmagatzemar, de manera que les

infraestructures necessàries en els conques més grans no causin un excessiu impacte en el medi. Per tant cal considerar que no es podrà aprofitar el 100% de la pluja caiguda.

En episodis de pluja intensos, o bé amb una precipitació acumulada important, el volum d'aigua que no es pugui emmagatzemar es conduirà cap als punts d'entrada a la xarxa de clavegueram.

Analitzant les sèries de precipitacions dels darrers 20 anys, s'observa que el 95% d'episodis de pluja tenen una precipitació inferior als **30 mm**. Per tant, es pot considerar aquest valor com a punt de partida per al dimensionament dels sistemes de retenció d'aigües pluvials a les capçaleres de les conques, de manera que aquests sistemes tinguin capacitat suficient per retenir el volum de pluja neta generat per una precipitació de fins a 30 mm, i les pluges majors siguin captades per la xarxa de clavegueram en els punts de captació existents. Per tant, si suposem que els sistemes d'emmagatzematge d'aigües pluvials de les capçaleres de les conques han de tenir capacitat per retenir el volum generat per les conques fins a 30 mm, aleshores el volum estimat per al seu aprofitament és menor que el generat, ja que el règim de pluges mediterrani es caracteritza per la concentració de la major part de la precipitació anual en pocs episodis de pluja.

Aplicant aquest criteri, el volum total d'aigua de pluja que es podria emmagatzemar en un any mig equival a **342.258 m³/any**, tal com s'exposa a la Taula 9.

49	Torrent de Cal Notari	695.996	30.469
36,37	Torrent de la font del Bacallà	609.745	30.970
70	Torrent de la Font de Muguera	518.711	20.724
27,28,29	Torrent de Bellesguard	360.528	16.557
33	Torrent de l'Infern	257.655	11.742
26	Torrent de la font de Bou	239.088	15.891
24	Torrent de Marganet	203.786	11.967
38,42	Torrent de Sant Genís	186.521	8.115
48	Torrent d'en Pallos	178.534	6.941
59-63	Torrent de la Torre Vella	177.884	8.234
57	Torrent de Valent	171.342	7.287
16	Riera de les Monges	158.659	8.416
15	Riera de les Monges	137.537	7.563
44	Torrent d'en Pomaret	131.194	5.443
39,40	Torrent Casa Fuster	130.465	5.794
22	Torrent de la Font del Mont	122.962	8.352
30,31	Torrent Frare Blanc_03	120.361	5.232
51	Torrent Casa Quintana	106.150	5.345
17,18,19,20,21, 95,96	Torrent dels Arcs	104.693	5.062
50	Torrent de Cal Notari	102.805	4.460
43,45,46,101	Torrent de Montbau	96.799	5.606
98,99,100	Torrent del Penitents	78.559	4.887
66	Torrent del Nen	74.832	4.645
67,68,69,102	Torrent de Perera	72.106	4.345
10	Torrent de Can Campanya	69.430	3.453
91	Torrent de la font del Lleó	65.394	2.771
35	Torrent de la font del Bacallà	52.659	5.217
5	Torrent de Can Campanya	52.271	2.269
11	Torrent de Can Campanya	49.586	2.157
41	Torrent Casa Fuster	41.853	2.021
64,65	Torrent del Nen	41.039	2.061
90	Torrent de Marganet	30.269	3.040
TOTAL			342.258

Taula 9. Volums anuals aprofitables per cadascuna de les conques de Collserola per un any mig.

7.1.3.2. Aigua pluvial de l'escorrentiu superficial de l'espai públic en zona urbana

Consideracions generals

La captació de les aigües de pluja caigudes a l'espai públic es realitza mitjançant Sistemes Urbans de Drenatge Sostenible, coneguts com SUDS. Aquests sistemes faciliten la retenció, tractament i drenatge localitzat de l'aigua de precipitació per la seva devolució al medi o per la seva utilització directa, sense necessitat de consum energètic ni de grans infraestructures, aprofitant els processos naturals i de gestió de la ciutat, sempre en les condicions que exigeix la normativa vigent en matèria d'aigües.

La inclusió d'aquest recurs potencial en el present Pla obeeix als beneficis que la gestió en origen de les aigües d'escorrentiu urbà aporta a nivell de ciutat, que són, a grans trets:

CODI CONCA	NOM	ÀREA (m²)	VOLUM (m³)
47	Torrent de Can Borrell	845.410	33.496
52	Torrent de Can MasDeu	697.983	41.728

- Una part del volum d'aigua de pluja caiguda és gestionat mitjançant l'emmagatzematge o la infiltració en el terreny d'aquesta, reduint el volum d'escorriment i el cabal punta durant els episodis de pluja. Per tant es redueix el cabal punta i el volum d'aigua que arriba a la depuradora, i el volum abocat al medi receptor.
- L'aigua de pluja pot arrossegar diversos contaminants, com ara els hidrocarburs, que en un sistema de drenatge convencional van a la xarxa de clavegueram, i per tant a la depuradora o bé són abocats al medi. La reducció del volum d'aigua de pluja abocada al medi implica una reducció dels contaminants abocats, d'aquesta manera es protegeixen les masses d'aigua de la ciutat.
- L'augment del volum d'aigua de pluja que s'infiltra al terreny afavoreix la recàrrega de l'aqüífer, que és sempre un objectiu mediambiental molt desitjable. En aquest sentit, cal remarcar que el subsòl és el dipòsit natural per excel·lència, i per tant és el millor dipòsit al plànol 4.1.1 es representen els SUDS recentment executats i en funcionament o que està previst executar a curt termini a la ciutat de Barcelona.

Avaluació quantitativa

De la mateixa manera que en els apartats anteriors, per al càlcul del volum d'aigua de pluja aprofitable en zona urbana, s'ha utilitzat la pluja del 2009 d'un pluviòmetre de la ciutat representatiu d'aquest any mig, amb els valors de precipitació mitjana, màxima diària, número d'episodis i intensitat de precipitació més semblants als valors mitjans, per tal que la dispersió de les dades d'un pluviòmetre en concret respecte de l'any mig sigui mínima. Analitzant de les dades de precipitació diària dels pluviòmetres situats a la zona central de Barcelona, on es preveu fer una aplicació més extensiva dels SUDS, s'ha optat per utilitzar per a la simulació les dades de pluviometria real del pluviòmetre P23. Al capítol 5 de l'Annex 5 s'explica amb detall com s'ha realitzat la selecció del pluviòmetre per a l'estudi, que s'ha de fer amb dades reals de pluja.

S'utilitza com a criteri generalitzat per al pre-dimensionament dels SUDS que aquests siguin capaços de gestionar el 80% dels episodis de pluja d'un any mig. En el cas de Barcelona, el 80% dels episodis tenen un a precipitació igual o inferior a 15 mm, per tant s'adopta aquest valor com a referència. A la figura 23 es representa la sèrie pluviomètrica per a l'any 2009 en el pluviòmetre P23, i s'indica el llindar de la pluja aprofitable en zona urbana (corresponents als primers 15 mm de precipitació).

A la Figura 30 es representen els valors mitjans de precipitació diària per al 2009 per el pluviòmetre P23 ordenats de major a menor. En vermell s'indiquen les precipitacions que es podrien gestionar mitjançant SUDS.

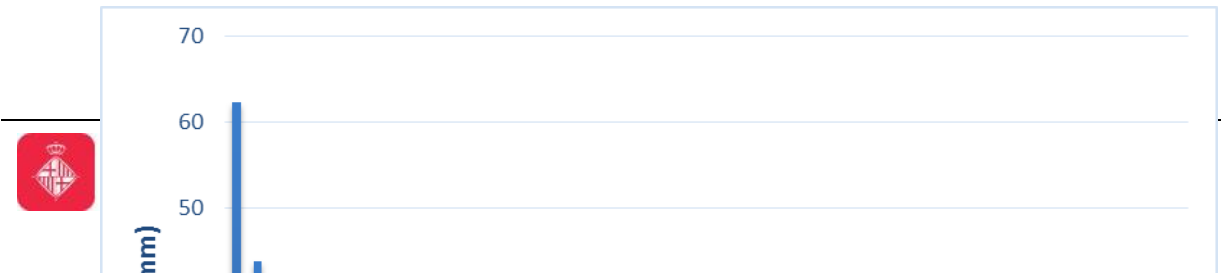
Figura 30. Pluja aprofitable en zona urbana en un any mig (2009 -pluviòmetre P23).

Segons la gràfica i els criteris exposats anteriorment, la pluviometria aprofitable per un any equival a **332 mm/any** (s'exclouen els episodis amb $P < 1$ mm i dels episodis majors de 15 mm, es tenen en compte només els primers 15 mm de precipitació). Donat que la superfície de viari de la ciutat de Barcelona és de 2.390 ha aproximadament, el volum d'aigua generat potencialment aprofitable en zona urbana (sense considerar els espais verds) és de **7,94 hm³/any**.

No obstant, no es pot considerar que el 100% de l'aigua de pluja caiguda en zona urbana es pot captar o gestionar, ja que no es poden col·locar elements de captació o gestió de l'aigua de pluja en tots els carrers de Barcelona. En aquest sentit, només s'inclouen a l'anàlisi els carrers amb un pendent inferior al 6%, i amb una amplada superior a 9 m, ja que en els carrers que queden fora d'aquest rang, el volum gestionat és menor i el cost d'implantació i manteniment dels SUDS és molt elevat. Un dels objectius de l'*Estudi d'Implantació de Sistemes Urbans de Drenatge Sostenible* inclòs a l'Annex 5 és estimar el volum d'aigua de pluja que es podria gestionar amb SUDS en les tipologies de carrer incloses a l'estudi.

En aquest estudi, a partir d'un anàlisi de la geometria dels carrers de Barcelona que queden dins del rang definit anteriorment, es defineixen 4 tipologies de carrer que seran representatives de tots els carrers seleccionats. A la següent taula s'indiquen les tipologies de vial estudiades, i el volum d'aigua de pluja generat per un any mig en cadascuna d'elles (a partir de la pluviometria mitja anual aprofitable).

TIPUS	DEFINICIÓ CARRER TIPUS	AMPLE (m)	PENDENT %	SUPERFÍCIE (m ²)	V generat (m3)
1	Estret i pendent mig	9 a 15	0 – 2,5	1.637.602	543.848
2	Ample mig i pendent baix	15 a 40	0 – 2,5	8.679.855	2.882.580



3	Ample mig i pendent alt	15 a 40	2,5 – 6	4.716.685	1.566.411
4	Ample i pendent baix	40	0 – 2,5	2.163.232	718.409
TOTAL				17.197.374	5.711.248

Taula 10. Volum generat en les tipologies de carrer òptimes per la captació d'aigua de pluja.

Aplicant el volum de pluja efectiva a la superfície dels carrers exposada a la taula anterior, el volum total que es podria recollir en l'espai viari mitjançant la implantació de SUDS a la ciutat de Barcelona és de **5,71 hm³/any** aproximadament.

En el cas dels parcs i jardins urbans, per a l'estimació del volum d'aigua de pluja generat per un any mig, es considera una superfície total d'àrea verda de **1.294 ha** (no es tenen en compte les zones forestals de Collserola ni el parc de Montjuïc). Per calcular el volum d'aigua de pluja que genera esorrentiu en els parcs per un any mig, cal tenir en compte que el llindar d'esorrentiu és superior al dels vials, i el criteri de pluja aprofitable en zona urbana exposat anteriorment no és aplicable per als parcs.

Considerant un valor mig de P_0 per als parcs de 10 mm (corresponent a la precipitació inicial estimada que s'infiltra al terreny actualment, sense la implantació de SUDS), es considera com a criteri de partida que la precipitació aprofitable serà la suma dels episodis de pluja entre 10 i 25 mm en un any mig, que correspon a una precipitació de **266 mm/any**. Per tant, el volum potencial aprofitable en els parcs, que actualment se'n va per la xarxa de clavegueram, seria de **3,44 hm³/any**. El volum finalment aprofitable en cada cas dependrà de la tipologia i el disseny dels SUDS adaptats a cada parc en particular.

Els volums obtinguts en l'anàlisi del recurs són primeres aproximacions, que s'afinaran i es concretaran en els següents capítols.

A l'Annex 5 es descriuen amb detall les tipologies de carrer seleccionades, s'inclouen diverses propostes de captació d'aigües de pluja mitjançant SUDS per als diferents carrers tipus, i s'exposen tots els càlculs realitzats per a determinar el volum potencial d'aigua de pluja que es podria gestionar a nivell de ciutat amb la implantació de SUDS a l'espai públic. També s'inclou l'anàlisi de l'aigua de pluja que es podria captar en els espais verds de la ciutat.

Al capítol 15 del present document s'exposa més detalladament la metodologia emprada en l'estudi d'implantació de SUDS a la ciutat de Barcelona i els resultats obtinguts.

7.1.3.3. Aigua pluvial recollida a les cobertes dels edificis

Consideracions generals

S'inclou en el present Pla l'anàlisi d'aquest recurs que pot tenir tant un origen públic com privat, en termes quantitativs com qualitativs, i un recull de criteris a tenir en compte, que s'exposen a grans trets en aquest apartat, i que s'amplien en els Annexos corresponents a la memòria:

- *Annex 7: Consideracions tècniques per la implementació de sistemes d'aprofitament d'aigües pluvials de cobertes.*

- *Annex 11: Criteris per la redacció d'una futura ordenança d'aprofitament de recursos hídrics alternatius i d'estalvi d'aigua.*

La recollida i utilització de l'aigua pluvial de les cobertes dels edificis per a altres usos comporta els següents beneficis a nivell de ciutat, com són l'aprofitament dels recursos de proximitat disponibles a la ciutat de Barcelona, i la disminució en el consum global d'aigua potable.

A continuació s'exposen les principals característiques d'aquest recurs que el diferencien de les aigües pluvials caigudes i captades a l'espai públic:

- Les aigües pluvials de coberta tenen millor qualitat que les de l'espai públic, ja que al no circular pel terra abans de ser captada, no conté contaminants provinents dels vehicles. Tot i així, l'aigua de pluja, recollida en teulades, no es troba lliure de possibles contaminants com ara els metalls pesants presents a l'atmosfera, o de contaminació microbiològica provinent per exemple dels excrements d'ocells presents a les teulades, especialment presents al primer rentat de les cobertes per l'aigua de pluja.
- En qualsevol cas, prèviament a la seva reutilització, es recomana que les aigües pluvials passin un mínim tractament segons l'ús que es vulgui donar a aquestes.
- Les aigües pluvials de coberta, amb el corresponent tractament (que sol consistir en una derivació de les primeres aigües i un filtrat), pel fet de recollir-se i emmagatzemar-se en l'àmbit privat, es podrien utilitzar per aquells usos dins de l'àmbit privat que no requereixen la qualitat de l'aigua potable, com ara el reg de jardins privats (inclosos murs verds, jardins verticals i cobertes verdes), cisternes dels WC, neteja de terres, etc.

Cal remarcar que l'aprofitament de l'aigua de les teulades com a recurs hídric alternatiu haurà d'estar degudament regulat i controlat per les autoritats competents, en els següents àmbits:

- Caldrà definir els criteris tècnics de disseny, instal·lació, inspecció i manteniment dels sistemes, per garantir el seu correcte funcionament durant el seu període d'explotació.
- Caldrà establir els estàndards de qualitat de l'aigua per als diferents usos, segons la legislació vigent, tenint en compte el risc sanitari derivat de la seva aplicació per a usos domèstics privats.

En qualsevol cas, l'aprofitament d'aigües pluvials de les cobertes dels edificis es podrà aplicar en edificis de nova construcció o bé en rehabilitacions integrals. Per tractar-se d'un àmbit privat, aquest tipus d'actuacions s'han de promoure i regular mitjançant les ordenances municipals.

Avaluació quantitativa

La quantificació aproximada d'aquest recurs potencial disponible s'ha realitzat seguint els criteris establerts per l'Agència Catalana de l'Aigua en el document "*Aprofitament d'aigua de pluja a Catalunya. Dimensionament de dipòsits d'emmagatzematge*", publicat al juny del 2011.

Per a l'estimació de la pluja disponible en aquest cas s'ha utilitzat la pluviometria corresponent a un any mig que s'ha fet servir per a l'estudi de l'aigua de pluja captada a l'espai públic (exposada a l'apartat 7.1.3.2), però amb les següents consideracions:

- Els primers 1,5 mm de precipitació no s'han d'aprofitar, són les aigües “de primer rentat” que arrosseguen la brutícia acumulada a la superfície de les cobertes i tenen una elevada càrrega contaminant.
- L'aigua captada a la coberta dependrà de la seva tipologia, és a dir, si és una coberta verda, de teules, llisa, etc. El tipus de superfície determinarà el coeficient d'escolament superficial de la coberta en cada cas, i per tant, el volum d'aigua que podrà arribar al dipòsit d'emmagatzematge. Cal dir que, en el cas de les cobertes verdes, l'aigua de pluja caiguda directament sobre la superfície verda, encara que no arribi al dipòsit, s'aprofitarà directament per al reg.
- Es considera que els sistemes d'aprofitament tindran capacitat per emmagatzemar episodis de pluja de fins a 35 mm de precipitació (en els episodis de pluja més intensa l'aigua que no es pugui recollir s'anirà pel sobreexidor).

A partir d'aquestes consideracions, es calcula el volum de pluja aprofitable per un any mig. Aquest correspon a una precipitació aprofitable de **366 mm/any**. A la Figura 31 es representa la sèrie pluviomètrica per un any mig (precipitació 2009 en el pluviòmetre P23) i s'indica el llindar de la pluja aprofitable en les teulades dels edificis. Aquest valor correspon a una ràtio anual de **0,36 m³/m²** de coberta.

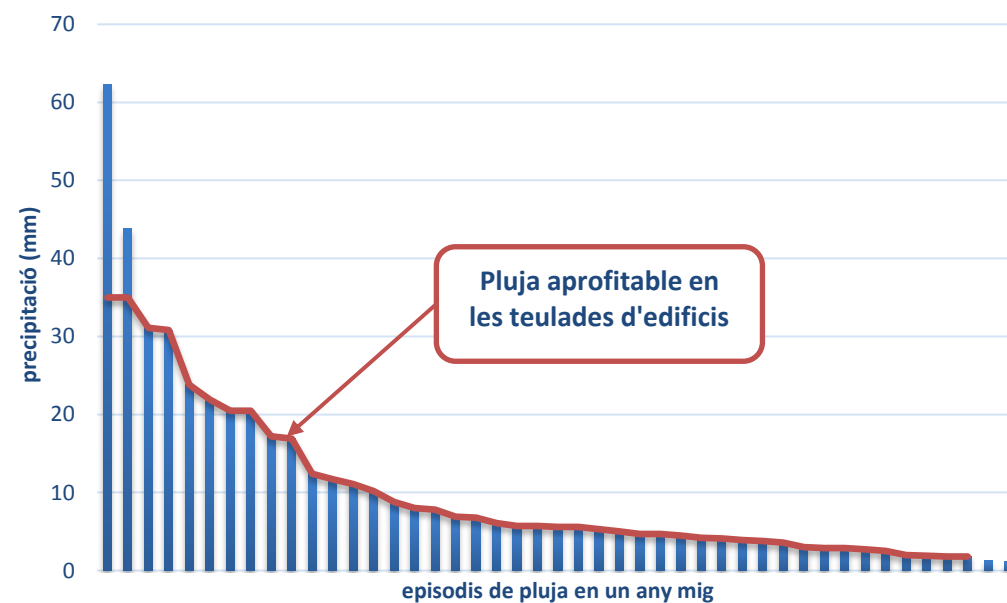


Figura 31. Pluja aprofitable en teulades d'edificis en un any mig (2009-pluviòmetre P23).

Segons dades facilitades per la Direcció de Llicències d'Ecologia Urbana, es construeixen una mitjana de 165 edificacions anuals, incloent tots els usos (habitatges, equipaments, industrials, terciaris).

Els usos que es vulguin donar en cada cas (reg de zones verdes, cisternes WC, neteja) dependran de la tipologia de l'edificació i del que es defineixi en la llicència corresponent.

7.1.4. Aigües grises i buidat de piscines

Consideracions generals

Les **aigües grises** són totes aquelles aigües usades o generades pels processos domèstics no fecals, com ara el rentat d'utensilis i roba o el bany de persones. És a dir, totes les aigües residuals generades per una llar excepte les aigües provinents dels inodors. Tot i així, donada l'elevada concentració en olis i greixos de les aigües derivades del rentat de plats o la quantitat de sabons procedents del rentat de roba, generalment la definició d'aigües grises queda acotada a **l'aigua procedent de dutxes i banyeres**.

Queda descartada d'aquesta manera l'aigua procedent de processos industrials, cuines, bidets, rentadores, rentaplats i qualsevol altre tipus d'aigua que pugui contenir greixos, olis, detergents, productes químics contaminants o un elevat nombre d'agents infecciosos i/o restes fecals.

De la mateixa manera, es descarta la reutilització d'aigües grises de tots els centres on, a causa de les seves característiques, les aigües grises generades puguin contenir agents patògens, com ara centres hospitalaris, centres sanitaris, llars de jubilats, etc.

Pel que fa a l'aprofitament d'**aigua de buidat de piscines** (en el cas d'edificis públics o privats), aquest correspon a l'aprofitament de l'aigua sobrant en superfície i de renovació de la piscina en el cas que no disposi d'un sistema de recirculació, de l'aigua provinent del seu buidat esporàdic per tasques de manteniment o l'aigua de la neteja dels filtres per contra-rentat (rebutjant la primera part del cabal de neteja).

Amb l'objectiu d'aprofundir en l'anàlisi de l'aprofitament de les aigües grises com a recurs potencial i la seva implantació a la ciutat de Barcelona, en el marc de la redacció del present Pla s'ha signat un conveni de col·laboració amb la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) per a la realització de l'*Estudi d'implantació de tecnologies d'aprofitament d'aigües grises a la ciutat de Barcelona*, el contingut i resultats del qual s'inclouen a l'Annex 6. L'estudi inclou un anàlisi d'aquest recurs, tant en termes quantitatius com qualitatius, i estableix els criteris a tenir en compte per al seu aprofitament, que s'exposen a continuació.

L'estudi indica que els principals factors a tenir en compte per a l'aprofitament de les aigües grises són els següents:

- Les aigües grises s'han de tractar abans de la seva reutilització. Aquest tractament normalment consisteix en un procés físic i/o químic, desinfecció i emmagatzematge. Per tant es requereix l'ús de depuradores adequades al volum a tractar i que normalment s'ubiquen al propi edifici, donant cobertura a tots els veïns connectats.
- Cal definir els criteris tècnics de disseny, instal·lació, inspecció i manteniment dels sistemes, per garantir el seu correcte funcionament durant el seu període d'exploració.
- No existeix una guia internacional acceptada per a aigües grises ni tampoc legislació catalana o espanyola específica per a aquest recurs. Per aquest motiu, es consideren com a guia de la qualitat que les aigües grises els valors establerts per al Reial Decret RD1620/2007 d'aigües regenerades.

De la mateixa manera que per les aigües pluvials de les cobertes, l'aprofitament d'aigües grises a l'interior dels edificis es podria aplicar en edificis de nova construcció o bé en rehabilitacions integrals i s'hauria de regular mitjançant la corresponent ordenança municipal.

Avaluació quantitativa

Donat que es tracta d'una aigua reutilitzada, la disponibilitat del recurs dependrà del volum d'aigua gris generada, que variarà molt en funció de la tipologia de l'edifici (habitatges, oficines, hotels) i de la capacitat del sistema de tractament utilitzat. A la Taula 11 es mostra un recull de les xifres estimades de generació d'aigües grises per diferents tipologies d'edificis.

TIPOLOGIA	Estudis internacionals	Estudis nacionals	GEP Ibèrica
Habitatges	Regne Unit (>48)	43 - ACA 50-100 - AQUAESPANA	50 (només dutxes)
Oficines	Jordània ⁴ : 5 (rentamans) Regne Unit ⁵ : 6 (rentamans)	-	6 (rentamans)
Hotels	Malta: 37'5% del consum total per turista (entre 60 i 90)	Hotel 3* Costa Brava: 67-128 m ³ /dia segons temporada 50-150 (AQUAESPANA)	80 (hotels 3* i superiors)
Poliesportius	-	30-60 (AQUAESPANA)	50 (només dutxes)

Taula 11. Generació d'aigua grisa en litres/persona i dia per diferents tipologies

D'aquesta taula s'adopta com a valor de referència un volum de generació de **50 l/persona i dia**, a partir del qual es desenvolupa l'estudi realitzat per la UAB. Segons les dades treballades per la UAB, s'estableix que aproximadament el 30% del consum d'aigua a les llars de Catalunya es destina a l'ompliment de les cisternes dels WC. Donat que el consum d'aigua potable a Barcelona s'estableix en 108 l/pers-dia, s'estima un consum diari de **35 l/persona i dia** per a aquest ús. Per tant, en el cas dels habitatges es genera recurs suficient per a cobrir la demanda.

Considerant el ritme de desenvolupament urbanístic dels darrers 5 anys, s'obté que, amb la implantació de tecnologies d'aprofitament d'aigües grises en tots els nous edificis d'habitatges, es podria aconseguir un recurs addicional total de **300.000 m³**, que es poden separar segons:

- Habitatges construïts en els darrers 5 anys: 91.000 m³
- Habitatges en construcció a 2016: 163.000 m³
- Habitatges amb llicència en tràmit a 2016: 47.000 m³

Donat que les dades de nombre d'habitatges construïts i en construcció de què s'ha disposat per a l'elaboració d'aquest estudi no és en termes anuals, i que el ritme de construcció d'habitatges pot variar en el temps, no es pot determinar una xifra de recurs disponible anual respecte a la producció d'aigües grises en habitatges, sinó que cal entendre els resultats obtinguts com un

anàlisi de la potencialitat del recurs pel que fa a l'estalvi d'aigua que comportaria la implantació de sistemes d'aprofitament d'aigües grises a la ciutat de Barcelona.

7.1.5. Aigua de mar

Consideracions generals

L'aigua de mar és un recurs il·limitat, no obstant cal tenir en compte les següents consideracions de cara a analitzar la viabilitat del seu aprofitament directe:

- Requereix unes instal·lacions executades amb materials resistents a la corrosió provocada per la quantitat de sals dissoltes presents en l'aigua de mar, i diferenciades de la resta de xarxes de distribució, per a que no es barregi amb aigua provinent d'altres tipus de recurs.
- El seu aprofitament es podria plantejar per a usos molt concrets, prioritzant els propers de la línia de costa, ja que transportar l'aigua a llargues distàncies comporta elevats consums energètics.
- La utilització de l'aigua de mar com a recurs hídric alternatiu requereix realitzar tractaments previs en funció de l'ús que se li vulgui donar al recurs. Per tant això comportarà despeses de manteniment, neteja, etc. que cal tenir en compte a l'hora de decidir explotar aquest recurs.

Avaluació quantitativa

L'aigua de mar és un recurs potencial que no es pot quantificar, ja que es pot considerar il·limitat. El seu ús dependrà més dels factors esmentats anteriorment que de la disponibilitat del recurs.

Actualment l'ús principal de l'aigua de mar es produeix a la dessaladora d'El Prat. La dessaladora del Llobregat és una instal·lació per a la transformació d'aigua marina en aigua dolça que permet incrementar la garantia i disponibilitat d'aigua potable d'abastament urbà, a l'àrea metropolitana de Barcelona i a les comarques del Penedès, Baix Llobregat, Anoia, Garraf, els dos Vallesos i el Maresme. Amb una capacitat de producció d'aigua potable de fins a 60 hectòmetres cúbics a l'any, és la més gran d'Europa per a abastament urbà.

Actualment l'ús directe de l'aigua de mar (sense dessalar) per a usos municipals es restringeix bàsicament al zoo de Barcelona, per ompliment dels vasos dels animals marins. Es té constància d'altres aprofitaments d'aigua de mar en àmbit privat, per a usos molt concrets com:

- Ompliment de piscines (ja sigui de clubs esportius, spas o tancs d'aquaris), amb sistemes d'ompliment i buidat diaris.
- Sistemes de refrigeració industrial amb circuit tancat.
- Sistemes contra incendis.

El volum total d'aigua de mar utilitzat actualment es desconeix, donat que la majoria d'aprofitaments es duen a terme en àmbit privat, però s'estima que el volum mínim aprofitat actualment és de **1 hm³/any**.

Cal esmentar que en funció del cas, per a l'explotació d'aquest recurs és necessari tramitar la sol·licitud de concessió a l'autoritat competent.

7.1.6. Resum de la quantificació del recurs

S'exposa a continuació una taula resum amb la quantificació dels diferents recursos disponibles analitzats anteriorment. S'inclouen els recursos en l'àmbit públic i per a usos públics, per tant no s'inclouen el recurs que es pugui generar en l'àmbit privat, com són les aigües grises i l'aprofitament de les aigües pluvials de coberta.

Els volums indicats per a cadascun dels recursos corresponen a:

- **Volum utilitzat:** correspon als consums actuals d'aigua freàtica per als diferents serveis municipals exposats a l'apartat 3 del present document.
- **Volum concessió:** correspon als volums concessionats per l'entitat competent a nom de l'Ajuntament de Barcelona.
- **Volum aprofitable:** màxims potencialment disponibles, extrets de les dades disponibles i dels estudis realitzats per a les diferents tipologies de recurs.
- **Volum aconsellable:** és una porció del potencial, atenent a criteris d'exclusió com la mala qualitat, el baix rendiment, etc.

TIPUS DE RECURS		VOLUM APROFITABLE (hm ³ /any)	VOLUM ACONSELLABLE (hm ³ /any)	VOLUM CONCESSION (hm ³ /any)	VOLUM USOS MUNICIPALS (hm ³ /any)
Aigua del subsòl	Pous Captació	12,5 ⁽¹⁾	9,0 ⁽¹⁾	4,4 ⁽⁵⁾	1,26
	Esgotaments TMB	5,5 ⁽²⁾	3,68 ⁽²⁾	0,63	0,015
	Rec Comtal	1,8	1,8	1,8	0
Aigua regenerada		3,29 ⁽³⁾	3,29 ⁽³⁾	0,14	0
Aigua pluvial	Zona urbana	7,94 ⁽⁴⁾	5,7 ⁽⁴⁾	-	≈ 0
	Rieres Collserola	0,57 ⁽⁴⁾	0,34 ⁽⁴⁾	-	0
Aigua de mar		∞	∞	-	0
RECURSOS TOTALS MÀXIMS* (hm ³ /any)		31,6	23,81	6,97	1,275

*Sense comptar l'aigua de mar

Taula 12. Taula resum de quantificació de recursos

(1) Segons estudi UPC inclòs a l'Annex 1 de la memòria. Estimat en 10-15 hm³, considerem 12 per al càlcul

(2) Segons dades TMB, i viabilitat condicionada a l'estudi de qualitat;

(3) Segons dades de AMB

(4) Elaboració pròpia

(5) Resolució de concessió d'aigües subterrànies de l'ACA a l'ajuntament de Barcelona.

A la vista dels resultats de l'anàlisi quantitatiu exposat en aquest apartat, i dels diferents factors a tenir en compte en l'exploació d'aquests recursos, es pot concloure que:

- L'extracció mitjançant pous de captació situats en punts on l'aigua freàtica és abundant i de bona qualitat, és la solució més adient per disposar d'aigua amb garantia de subministrament relativament independent de les irregularitats pluviomètriques a curt termini, garantia de qualitat i relativament econòmica. Per qualitat i quantitat, aquest hauria de ser el recurs de referència que hauria de suportar la major part de les demandes d'aigua no potable de la ciutat.

- Respecte al recurs provinent d'aigües pluvials, ja siguin aigües de coberta o aigües captades a Collserola, aquest s'ha d'entendre com un recurs de proximitat, complementari a l'aigua potable, ja que no pot donar garantia de subministrament degut a l'estacionalitat del recurs.
- L'aigua regenerada és un recurs abundant i continu, ja que prové de l'aigua depurada. No obstant, el seu aprofitament dependrà de la posta en marxa i el correcte funcionament de la ERA del Prat.
- Les aigües grises són un recurs més robust que les aigües pluvials de coberta, ja que és un recurs de generació contínua i amb una major garantia de subministrament, doncs és independent de la meteorologia.
- L'aigua de mar és un recurs potencial que es pot tenir en compte per a usos molt concrets en zones properes a la costa, si més no en aquest Pla no s'analitza aquest recurs en profunditat.

7.2. CARACTERITZACIÓ DE LA QUALITAT DEL RECURS

L'aprofitament dels recursos hídrics alternatius existents a Barcelona depèn en gran mesura de la qualitat fisicoquímica i microbiològica de les aigües a utilitzar, per dos motius principals:

- L'adequació de les característiques del recurs hídric a l'ús que d'ell se'n vol donar, o el que és el mateix, l'acompliment dels requeriments de les demandes.
- La garantia sanitària per la salut de les persones que puguin entrar en contacte de manera directa o indirecta amb aquestes aigües.

Ambdós aspectes es tracten en detall en el capítol 8.2 del present document.

D'altra banda, per poder determinar quins recursos hídrics disponibles són aptes per satisfer els diferents usos establerts en el present Pla, és imprescindible conèixer quines són les característiques qualitatives bàsiques de cadascun d'ells. Aquest són:

- Aigües freàtiques:
 - Aigua de pous de captació.
 - Aigua d'esgotament d'infraestructures subterrànies.
 - Aigua de mines, deus i infraestructures històriques d'abastament.
- Aigües regenerades de depuradora
- Aigües pluvials, recollides a diferents punts de la geografia urbana:
 - Aigües pluvials de l'escorrentiu superficial de les zones de bosc de Collserola.
 - Aigües pluvials de l'escorrentiu superficial en zona urbana.
 - Aigües pluvials de les cobertes dels edificis.
- Aigües grises, que ja han patit una utilització:
 - Aigües procedents de dutxes i banyeres.
 - Aigües de buidat de piscines procedents d'edificis (públics o privats).

En aquest capítol es descriu la caracterització de la qualitat fisicoquímica i microbiològica dels diferents recursos hídrics alternatius considerats en el present Pla. A l'Annex 3 "*Caracterització de la qualitat del recurs segons el seu origen*" s'analitza amb més profunditat diferents aspectes de la qualitat de l'aigua dels diferents recursos hídrics alternatius. S'inclou la caracterització de l'aquífer a partir de criteris geològics i de mostres de control de qualitat històric dels punts d'explotació, la caracterització del Rec Comtal, i una recerca bibliogràfica de l'àmbit normatiu, guies tècniques o estudis realitzats en aquest àmbit.

7.2.1. Aigües freàtiques

7.2.1.1. Aigua de pous de captació

Les aigües freàtiques de Barcelona estan sotmeses a un control analític periòdic, en el qual es mesuren diferents paràmetres fisicoquímics i microbiològics de l'aigua. Aquest control analític exhaustiu es realitza en 57 punts de control repartits per la ciutat de Barcelona, que poden ser:

- Pous d'extracció d'aigua freàtica municipals.
- Dipòsits d'emmagatzematge.
- Punts de consum (hidrants, aixetes, etc.)
- Pous d'extracció privats.

La freqüència i tipologia d'anàlisis que es realitzen depenen del tipus de punt de mostreig definit anteriorment. En qualsevol cas, tots ells fan referència a aigua freàtica bombejada directament del terreny mitjançant pous de captació (amb o sense dipòsit d'acumulació previ a la distribució, segons els casos). A l'Annex 3 del present document s'adjunta un estudi detallat de la qualitat mitja de l'aigua dels punts de control més destacats.

En general, la geologia de Barcelona (veure plànol 3.1) es pot simplificar en 4 zones segons les seves característiques hidrogeològiques: Serra de Collserola (materials majoritàriament metamòrfics), els deltes del Llobregat i del Besòs (ventalls al·luvials) i el Pla de Barcelona (ventalls al·luvials).

El nivell piezomètric (veure plànol 3.2) depèn majoritàriament del balanç hídric (aportacions-extraccions), però també de les infraestructures soterrades (túnels o pàrquings) i dels bombaments que hi ha distribuïts a tota la ciutat.

La composició química de l'aigua freàtica depèn de l'origen de les aportacions que l'alimenten. L'estudi d' "Avaluació i actualització del balanç de massa de les aigües subterrànies al Pla de Barcelona" realitzat per la UPC-CSIC (veure Annex 2) fa una estimació de l'origen de les aportacions, a partir de l'anàlisi qualitatiu de l'aquífer en els diferents punts de control. Aquestes són:

- La recàrrega natural de l'aquífer. Aquesta prové principalment de les serralades de Collserola i de la Marina i del riu Besòs. Per tant, el flux natural de l'aquífer discorre de muntanya cap a mar, travessant diferents unitats geològiques i arrossegant components naturals d'aquestes (calç,...).
- La intrusió marina. En algunes zones properes a la costa es produeix el fenomen de la intrusió marina, són zones en què l'aigua de mar penetra puntualment terra endins, augmentant la salinitat de l'aigua subterrània. A la Figura 32 es representa un mapa de salinitat dels aquífers de Barcelona l'any 2017, extret de l'estudi de la UPC-CSIC. A l'Annex 2 del present document s'inclou l'estudi complet, en el qual es pot veure l'evolució de la salinitat de l'aquífer dels del 1925 fins a l'actualitat, i la tendència al 2040 tenint en compte els efectes del canvi climàtic.
- Aportacions d'origen antròpic, que inclouen les pèrdues de la xarxa d'abastament d'aigua potable i les pèrdues de la xarxa de clavegueram.
- Aigua de pluja que s'infiltra en zona urbana, en menor quantitat (Barcelona és una ciutat amb un alt grau d'impermeabilitat).

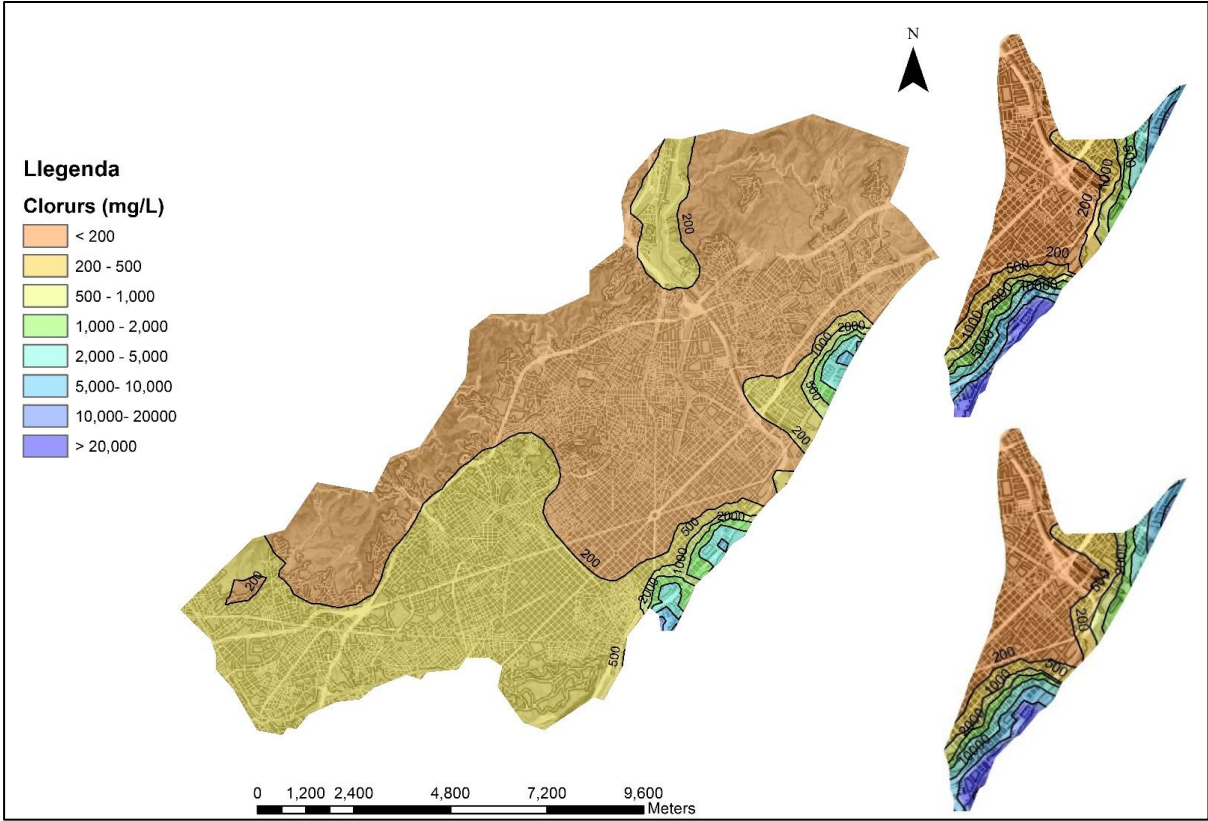


Figura 32. Mapes de salinitat als aqüífers superior(centre), mitjà (dalt a la dreta) i profund (baix a la dreta) al 2017.

Amb l'objectiu d'analitzar distribució geogràfica de la qualitat de l'aigua del subsòl i la seva evolució en els darrers anys, s'han recollit les dades de diferents paràmetres corresponents a dues campanyes de mostreig: hivern 2013 i hivern 2017. Els rangs obtinguts per als diferents paràmetres mesurats permeten establir una certa zonificació de la qualitat de l'aigua freàtica, que es pot resumir, a títol orientatiu, a la Figura 33.

A la Taula 13 i la Taula 14 s'indiquen els paràmetres mesurats i els rangs obtinguts per a cada zona a partir de les dades de qualitat obtingudes als diferents punts de mostreig indicats.

Als plànols 3.3 es representa geogràficament els valors qualitatius dels diferents paràmetres analitzats en els punts de control de l'aqüífer.

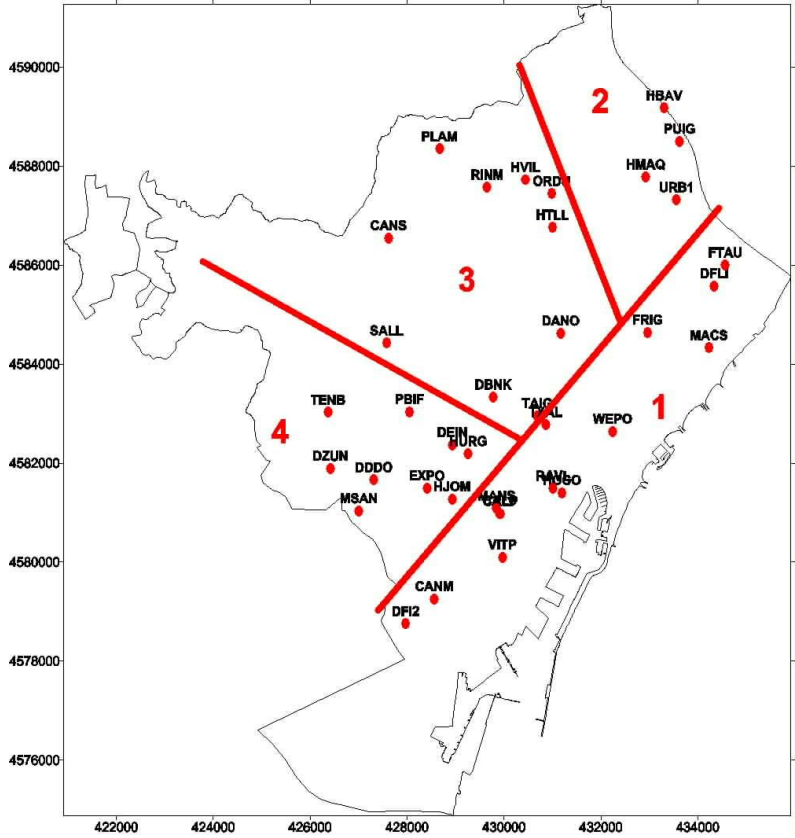


Figura 33. Representació de la zonificació orientativa segons qualitat fisicoquímica de l'aigua freàtica i punts de mostreig.

Campanya de camp Hivern 2013

Paràmetre	Rang habitual Z. Llobregat (4)	Rang habitual Z. Centre (3)	Rang habitual Z. Besòs (2)	Rang habitual Z. Litoral (1)
pH a 20 °C (upH)	7 - 8	7 - 8	7 - 8	7 - 8
Conductivitat a 20 ° C (µS/cm)	1500 - 2000	1000 - 1300	1000 - 1500	1500 - 2500
Clorurs (mg Cl/l)	200 - 400	50 - 200	100 - 200	200 - 400
Bor (mg B/l)	< 0,20	< 0,20	< 0,50	< 0,50
Nitrats (mg NO ₃ /l)	50 - 125	75 - 125	< 100	< 100
Sulfats (mg SO ₄ /l)	200 - 350	150 - 250	150 - 250	200 -350
Sodi (mg Na/l)	100 -150	50 - 100	100 - 150	150 - 250
Calci (mg Ca/l)	150 - 200	100 - 150	100 - 150	150-250
Magnesi (mg Mg/l)	50 - 75	40 - 60	20 - 40	50 - 100
Potassi (mg K/l)	1 - 5	1 - 5	1 - 15	1 - 25
Alcalinitat (mg CaCO ₃ /l)	250 - 325	200 - 350	300 - 350	300 - 450
Ferro (ppb)	< 50	< 40	< 40	< 50
Manganès (ppb)	< 5	< 5	< 20	< 20

Taula 13. Rangs habituals dels paràmetres de qualitat en aigües freàtiques a Barcelona. 2013

Campanya de camp Hivern 2017

Paràmetre	Rang habitual Z. Llobregat	Rang habitual Z. Centre	Rang habitual Z. Besòs	Rang habitual Z. Litoral
pH a 20 °C (upH)	7 - 8	7 - 8	7 - 9	7 - 8
Conductivitat a 20 °C (µS/cm)	1300 - 1900	900 - 1300	900 - 1500	500 - 55400
Clorurs (mg Cl/l)	170 - 370	90 - 240	90 - 240	200 - 400
Bor (mg B/l)	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,70
Nitrats (mg NO ₃ /l)	40 - 130	10 - 110	< 100	< 130
Sulfats (mg SO ₄ /l)	200 - 300	100 - 220	120 - 200	100 - 520
Sodi (mg Na/l)	100 - 150	50 - 100	100 - 180	100 - 220
Calci (mg Ca/l)	100 - 250	80 - 170	100 - 150	120 - 270
Magnesi (mg Mg/l)	50 - 85	25 - 60	20 - 40	30 - 80
Potassi (mg K/l)	1 - 3	1 - 5	1 - 20	1 - 30
Alcalinitat (mg CaCO ₃ /l)	250 - 320	150 - 340	215 - 340	120 - 440
Ferro (ppb)	< 50	< 40	< 40	< 50
Manganès (ppb)	< 5	< 10	< 20	< 20

Taula 14. Rangs habituals dels paràmetres de qualitat en aigües freàtiques a Barcelona. 2017

A partir dels valors dels rangs habituals a les diferents zones identificades exposats a les taules anteriors, es pot concloure que:

- La composició de les aigües subterrànies varia de clorurades-sulfatades sòdiques (zones prop de la serralada de Collserola) a clorurades-sulfatades càlciques –magnèsiques (zones prop del mar).
- En general els rangs de 2017 dels diferents compostos analitzats són menors que els de 2013, exceptuant zones al voltant del Poble Nou i zones properes al riu Besòs.
- Els valors de conductivitat elèctrica tant alts a la zona litoral al 2017 (més de 55.000 uS/cm) indiquen un augment de la intrusió marina al voltant de la zona del Poble Nou (veure plànol 3.3.1).
- Les altes concentracions de clorurs a la part alta de la ciutat (veure plànol 3.3.2) posen de manifest les possibles pèrdues de la xarxa d'abastament en aquest sector.

Les concentracions de nitrats, sulfats i d'altres contaminants emergents (pesticides, tensioactius, contaminants organoclorats, drogues d'abús, etc.) en les aigües subterrànies, tot i no ser molt elevades, indiquen que pot haver-hi pèrdues de la xarxa d'aigües residuals o filtracions d'indústries, ja que les concentracions mesurades sovint són superiors a les concentracions presents en d'altres fonts de recàrrega. Les anàlisis de contaminants emergents s'han realitzat en 2 zones pilot situades al Poble Sec i a Sant Adrià del Besòs (veure plànol 3.3.10), no obstant caldria realitzar un estudi més extens a la resta de la ciutat, per a poder controlar la presència i evolució d'aquests contaminants.

A l'Annex 3 “Caracterització de la qualitat del recurs segons el seu origen” s'adjunta un estudi qualitatiu detallat dels punts de mostreig de la ciutat de Barcelona, amb gràfics de la seva evolució en els últims anys per els paràmetre fisicoquímico i microbiològic més significatius mesurat.

7.2.1.2. Aigua d'esgotaments d'infraestructures subterrànies

La qualitat de l'aigua provinent dels esgotaments de l'interior de les infraestructures subterrànies és molt variable, en funció de les característiques de la pròpia infraestructura: dels contaminants amb els què l'aigua es pugui barrejar en el seu trànsit per dins de la infraestructura, així com de possibles aportacions d'aigües residuals canalitzades en aquests punts d'extracció. Per tant, en cada cas cal fer un estudi particularitzat per valorar el seu possible aprofitament, ja que la viabilitat d'aquest dependrà de la dificultat i el cost de les tasques de manteniment que siguin necessàries (manteniment de filtres, neteja de canals, decantació per reduir les matèries en suspensió, etc.), més que de la qualitat fisicoquímica i microbiològica de l'aigua en origen.

Tal com s'ha exposat a l'apartat 7.1.1. d'aquest capítol, actualment existeixen 5 esgotaments subterranis de la xarxa de metro que subministren aigua a diferents sistemes d'aprofitament d'aigua del subsòl. A la Taula 15 s'exposen els paràmetres mesurats en aquests esgotaments. Els valors de la qualitat de l'aigua obtinguts estan a dins dels rangs esperats per poder explotar el recurs.

PARÀMETRE	LESSEPS	ALFONS EL MAGNÀNIM	RAMBLA BRASIL	POU METRO FONTRODONA	POU METRO SALVÀ
Determinació de pH a 20 °C (upH)	8,04	7,6	7,5	7,5	7,5
Conductivitat a 20 °C (µS/cm)	911,8	1633,5	1601	1747,3	1724,1
Matèries en suspensió	4,02	6,03	6,07	4,95	4,95
Clorurs (mg Cl/l)	85,3	202,4	258	268,2	252,6
Fòsfor total (mg P/l)	0,17	1,5	0,17	0,2	0,17
Nitrats (mg NO₃/L)	71,1	17,8	65,2	67	68
Sodi (mg Na/L)	69	170,4	122,1	167	159,6
Calci (mg Ca/L)	94,5	152	151,1	143,6	146,8
Magnesi (mg Mg/L)	30,4	43,2	64,3	57,4	54,7
Sulfats (mg SO₄/l)	142,4	266,1	237,2	214,2	212,2
Potassi (mg K/l)	4,7	10,2	2,5	3,7	3,6
Índex de Langelier	0,78	0,6	0,7	0,5	0,64
SAR	1,55	3,1	1,9	3,1	3
Bacteris aeròbics 22°C (ufc/ml)	736,6	698,3	523,6	258,4	272,2
Enterococs (ufc/100ml)	1,5	5,6	0,9	0,75	0,7
Legionel·la spp	21	38,73	8,3	12,4	93,7

Taula 15. Mostres d'esgotaments d'infraestructures subterrànies (valors mitjos). Font: BCASA

7.2.1.3. Aigua de mines, deus i infraestructures històriques d'abastament

Les antigues mines que discorren per la ciutat tenen ubicada la seva zona de captació, generalment, a la Serra de Collserola. Això implica que l'aigua que discorre a través de la conducció acostuma a tenir uns valors de sals dissoltes inferiors al que és habitual al pla de Barcelona.

Tot i això, cal tenir en compte el risc de contaminació que poden patir aquestes aigües al llarg del seu recorregut fins al punt final de consum. Les mines que s'exploten actualment a la ciutat de Barcelona tenen uns valors de qualitat adequats per l'ús que s'està donant a l'aigua. Cal esmentar que el recurs de mines i déus és un recurs escàs i puntual, la seva qualitat sol ser molt similar a la de l'aigua de l'aqüífer. Es detecten petites diferències segons la zona on s'ubica cada mina. A la Taula 16 es mostren exemples de valors mitjos de qualitat de 4 mines que estan connectades a aprofitaments municipals (algunes estan actualment en desús).

PARÀMETRE	VIVER TRES PINS	LABERINT MARQUESA	CAN SOLER	TORRENT MADUIXER
Determinació de pH a 20 °C (upH)	7,4	7,9	7,7	7,4
Conductivitat a 20 °C (µS/cm)	2086,3	747,1	1216,6	893
Matèries en suspensió (mg/l)	4,9	-	4,9	4,02
Clorurs (mg Cl/l)	311	75,5	235,3	121,5
Fòsfor total (mg P/l)	1,7	2,9	1,7	0,17
Nitrats (mg NO ₃ /L)	38,7	6	18,3	12
Sodi (mg Na/L)	185,6	47,4	76,5	72
Calci (mg Ca/L)	246	90,3	125,3	92,7
Magnesi (mg Mg/L)	42,7	29,4	47	27,6
Sulfats (mg SO ₄ /l)	311	105,5	152,1	97,3
Potassi (mg K/l)	9,7	2,3	2	1,9
Índex de Langelier	0,9	-	0,5	0,2
SAR	3	-	1,5	1,6
Bacteris aeròbics 22°C (ufc/ml)	981,3	402,6	242	63
Enterococs (ufc/100ml)	83	26	60	1,7
Legionel·la spp (ufc/l)	87,6	78,5	25,6	12,4

Taula 16. Mostres de mines (valors mitjos). Font: BCASA

Pel que fa a l'aprofitament de les aigües del Rec Comtal per al reg, segons els resultats analítics dels punts de control (REC-4.-Parc de Montcada-Reixagó i el REC-3.-Vallbona-Oristà), aquest no hauria de ser directe (sense tractament previ). Pel que fa a la qualitat fisicoquímica, metalls i metal·loides, aquesta es considera adient per a un ús de reg, en canvi, la qualitat microbiològica no es considera apta per al reg sense un tractament per a millorar-ne la qualitat. Igualment cal advertir, que donat l'ús que es fa del Rec Comtal aigües avall del últim punt de control (REC 3), es probable que la concentració dels paràmetres microbiològics avaluats, sigui encara més elevada. A l'Annex 3 "Caracterització de la qualitat del recurs segons el seu origen" s'adjunta l'estudi qualitatiu detallat del Rec Comtal.

7.2.2. **Aigües regenerades**

El tractament per reutilitzar aigües residuals es realitza a les estacions de regeneració d'aigua (ERA) associades a l'efluent de les depuradores. A l'Àrea Metropolitana de Barcelona existeixen tres estacions de regeneració d'aigua, una de les quals dona servei a la ciutat de Barcelona, l'ERA del Prat de Llobregat. En aquesta ERA s'han construït dos processos de regeneració d'aigua, que donen s'ha adoptat com a criteri produir dues qualitats d'aigua:

- Procés de regeneració bàsica, destinat al manteniment del cabal ecològic del riu Llobregat, manteniment de les zones humides, neteja urbana i ús industrial. Consta de les següents etapes: coagulació, floculació, microfiltració i desinfecció.
- Procés de regeneració avançada, que consta de dos sub-processos:
 - ultra-filtració i osmosis inversa per a la injecció directa a l'aqüífer com a barrera contra la intrusió salina.
 - electrodiàlisis reversibles, per a reg agrícola.

Els diferents tractaments aplicats a l'ERA es realitzen en compliment al RD1620/2007 pels diferents usos descrits en ell.

PARÀMETRE	REGENERACIÓ BÀSICA	ULTRAFILTRACIÓ- OSMÒSI
Determinació de pH a 20 °C (upH)	7,8	-
Conductivitat a 20 °C (µS/cm)	1923	1099
Matèries en suspensió (mg/l)	5,6	1
Terbolesa (NTU)	1,4	0,26
Fòsfor total (mg P/l)	2,2	0,8
Nitrogen total (mg N/l)	8,5	4,2
Escherichia coli (ufc/100 ml)	-	0,02
Nematodes intestinals (ous/10l)	-	0

Taula 17. mostra els valors mitjos de qualitat de les aigües regenerades a l'ERA del Prat de Llobregat, a la sortida de la regeneració bàsica i de la ultra-filtració i osmosis inversa, segons dades facilitades per l'Àrea Metropolitana de Barcelona.

7.2.3. **Aigües pluvials**

L'aigua de pluja és, a priori, gairebé aigua destil·lada, ja que prové de la condensació d'aigua prèviament evaporada. Però al llarg del seu recorregut pel cicle hidrològic, la seva composició i qualitat canvien, i es va carregant de diverses substàncies. Les aigües pluvials tindran una composició o una altra segons l'atmosfera i les superfícies amb les que hagi tingut contacte.

La contaminació de l'aigua de pluja és de naturalesa difusa, és a dir, que la pluja escombra uniformement tota la superfície urbana. Una gota d'aigua que neix als núvols més o menys pura, rep ja a l'atmosfera un cert grau de contaminació i comença a captar sòlids i contaminació associada al circular pels teulats i els carrers. Ja s'intueix, doncs, que l'aigua recollida directament quan arriba a terra serà de millor qualitat que la recollida després de l'escolament superficial.

Per tant, cal considerar de manera diferenciada els diferents tipus d'aigua pluvials incloses en el Pla, que són les següents en funció del punt on es capten:

- Aigua pluvial captada directament de les cobertes (abans d'arribar a terra).
- Aigua captada en zona urbana un cop passat l'escolament superficial (mitjançant SUDS).
- Aigua captada a les capçaleres dels torrents de Collserola, un cop passat l'escolament superficial en zona de bosc.

A l'Annex 3 “*Caracterització de la qualitat del recurs segons el seu origen*” es poden consultar diverses referències sobre caracterització de la qualitat de l'aigua pluvial. Aquestes referències es complementen a les dades de la Taula 17, que corresponen a mostres reals recollides a la ciutat de Barcelona.

PARÀMETRE	ESCOLAMENT TEULADES ¹	SUDS TORRE BARÓ ²	DIPÒSIT PLUVIAL CIUTAT GRANADA ³
Determinació de pH a 20 °C (upH)	7,67	8,85	7,8
Conductivitat a 20 °C (µS/cm)	96,5	206	723
Matèries en suspensió (mg/l)	71,5	154,5	-
Clorurs (mg Cl/l)	<10	8,5	106
Fòsfor total (mg P/l)	0,1	0,26	0,17
Nitrogen total (mg N/L)	2,3	2,25	-
Nitrats (mg NO ₃ /L)	4,1	3,4	7,9
Sodi (mg Na/L)	<50	<50	62,3
Calci (mg Ca/L)	<50	<50	70,1
Magnesi (mg Mg/L)	<10	<10	15,4
Escherchia coli (NMP/100ml)	39	7,5	6,6
Terbolesa (NTU)	14,8	185	-

Taula 17. Qualitat de mostres reals d'aigües pluvials en diferents punts de la ciutat de Barcelona

Font: Diverses procedències:

¹ Mitjana de mostres recollides a la ciutat de Barcelona en el marc del projecte SOSTAQUA (CDTI)

² Mitjana de mostres recollides a les SUDS de Torre Baró en el marc del projecte SOSTAQUA (CDTI)

³ Dipòsit emmagatzematge d'aigües pluvials procedents de teulada, pel reg de façana verda.

De la taula anterior cal destacar l'elevada variabilitat de les aigües pluvials en funció de l'episodi de precipitació, del tipus de superfície d'aportació al punt de mostreig, de l'estat de neteja de la mateixa, etc.

A l'Annex 3 “*Caracterització de la qualitat del recurs segons el seu origen*”, apartat 2, s'inclouen diferents referències bibliogràfiques sobre qualitat d'aigües d'escolament urbà (en funció del tipus de xarxa, de l'ús que se li dona al sòl, etc.).

7.2.4. Aigües grises

Les aigües grises són aigües reutilitzades d'edificis, que poden provenir de diferents orígens:

- Aigües procedents de dutxes i banyeres
- Aigües de buidat de piscines

En el primer cas sempre és necessari realitzar un tractament mentre que en el segon cas el tractament depèn de l'ús previst. Les guies tècniques existents recomanen una caracterització prèvia i determinar l'ús que donarà a l'aigua grisa, per tal d'escollir el tipus de tractament més adequat. Els sistemes per reciclar aigües grises poden variar molt segons el volum d'aigua a tractar, la qualitat de l'aigua d'origen, la qualitat de l'aigua que es requereix després del tractament, la complexitat del tractament, els costos associats, etc. Per tant, es pot requerir un sistema molt simple de reutilització fins a un sistema complex de tractament fisicoquímic i biològic. En tots els casos s'ha de tenir en compte la seva correcta senyalització i seguretat, ja que es tracta d'aigua no potable.

Es disposa d'informació de qualitat d'aigües grises procedent d'empreses especialitzades en el sector i de la “*Guia técnica de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios*” de Aquaespaña, informació que s'analitza a l'Annex 3 de “*Caracterització de la qualitat del recurs segons el seu origen*” a l'apartat de bibliografia. A més a més, també es disposa de dades de la experiència al municipi de Sant Cugat del Vallés, on es van començar a implantar sistemes de reutilització d'aigües grises, arran de l'ordenança municipal de l'estalvi de l'aigua del 2008.

A la Taula 18 es mostra un exemple de dades de qualitat de les aigües grises abans i després de ser tractades.

PARÀMETRE	AFLUENT (ABANS DEL TRACTAMENT)	EFLUENT (DESPRÉS DE TRACTAMENT)
Escherchia coli (UFC/100 ml)	10 ¹ – 10 ⁵	0 - <200
Terbolesa (NTU)	22-200	2 - 10
Sòlids en suspensió (mg/l)	45 - 330	10
Demanda Biològica d'Oxigen (mg/l)	90 - 290	8
Clor lliure (mg/l)	-	0,5 – 2,0
pH	-	7 - 8

Taula 18. Caracterització qualitativa de les aigües grises. Font: AQUA ESPAÑA.

Es contempla també l'aigua de buidat de les piscines com a possible recurs dins de l'apartat d'aigües grises. En aquest sentit, les aigües que conté una piscina per al seu ús públic, segons el RD 742/2013, han de complir les següents característiques:

- No ser irritant per als ulls, la pell i les mucoses.
- Estar lliure de microorganismes patògens.
- No fer perceptible la presència de sòlids en suspensió, escumes, olis o greixos.

Els paràmetres indicadors de la qualitat de l'aigua que fixa aquesta normativa, en relació a les correctes condicions fisicoquímiques i microbiològiques de l'aigua, són els següents:

- Nivell de pH: 7,2 – 8
- Clor lliure (in-situ): 0,5 – 2 ppm Cl₂
- Clor combinat (in-situ): ≤ 0,6 ppm Cl₂
- Brom total: 2 - 5 ppm Br₂
- Àcid isocianúric: ≤ 75 ppm
- Transparència: Que sigui ben visible el desguàs de fons
- Temperatura de l'aigua 24 -30 °C
- Absència de *Escherichia coli*, *pseudomona aeruginosa* i *legionel·la* spp.

Per a reutilitzar l'aigua procedent dels buidats de les piscines s'estima que la qualitat de l'aigua és la que hi ha dins el vas de la piscina. Pel que fa a la reutilització de l'aigua procedent del rentat dels filtres, es recomanable rebutjar la primera part del cabal de neteja a contra-rentat, que conté la major part de matèries en suspensió retingudes al filtre, i emmagatzemar la resta per al seu posterior ús. Com en la resta de recursos hídrics alternatius, cal tenir en compte l'ús al que es destinarà aquesta aigua i, en funció d'això, pot ser necessari declorar l'aigua prèviament.

7.2.5. Aigua de mar

L'Aigua de mar és un recurs il·limitat, però a nivell qualitatiu es troba força limitat degut a les seves característiques fisicoquímiques i microbiològiques. Una de les característiques més obvies és la elevada concentració de sals, tenint una conductivitat que va dels 50.000 als 60.000 µS/cm. Això fa que sigui una aigua amb elevat poder corrosiu i que per al seu ús siguin necessaris materials adequats per resistir aquest grau de corrosió.

A nivell normatiu l'única limitació que existeix a nivell de qualitat de l'aigua de mar, es la marcada per la Directiva 2006/7/CE, transposada a la normativa espanyola en el RD 341/2007, que fa referència a la gestió de la qualitat de l'aigua de bany. On s'especifica quina ha de ser la qualitat de l'aigua de mar per la protecció de la salut humana. En aquesta directiva es realitza una classificació de l'estat qualitatiu de l'aigua de mar segons dos paràmetres microbiològics, Enterococs intestinals i *Escherichia coli*. A la següent taula s'especifiquen els valors d'aquests paràmetres per una qualitat bona i excel·lent de l'aigua de bany.

Taula 19. Límits marcats a la directiva 2006/7/CE per aigües de bany costeres i de transició. Font: Directiva 2006/7/CE

Per la resta d'usos especificats al Pla no existeix cap normativa pel que fa a l'aigua de mar, simplement les limitacions marcades a nivell qualitatiu necessàries pels usos definits. Cal esmentar que segons els usos requerits, l'aigua de mar pot requerir un sistema mínim de tractament com pot ser un filtratge, per tal d'evitar obturacions de bombes i millorar el manteniment de les instal·lacions.

Paràmetres	Qualitat bona - excel·lent
Enterococs intestinals (UFC/100ml)	200-100
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)	500-250

7.3. CONSIDERACIONS FINALS RELATIVES AL RECURS HÍDRIC ALTERNATIU

En base a tot l'exposat anteriorment en aquest capítol, es poden extreure les següents conclusions:

L'aigua del subsòl de Barcelona és un recurs hídric alternatiu abundant i de molt bona qualitat. Per tant, cal potenciar el seu aprofitament per als usos públics que no requereixin la qualitat de l'aigua potable. No obstant, fora de l'àmbit dels aquífers del Pla de Barcelona i l'al·luvial del Besòs (a la zona alta de Barcelona), l'aigua freàtica és més escassa i per tant les demandes d'aigua no potable en aquest sector es podrien cobrir amb aigua de pluja (parcialment), o bé ampliant la infraestructura d'abastament d'aigua freàtica existent cap a aquest sector, en funció de les demandes. Per altra banda, cal destacar que a la zona del Poblenou els esgotaments s'han de controlar i limitar per contenir la intrusió salina en aquesta zona.

L'aigua de pluja a la ciutat de Barcelona és un recurs estacional, degut al règim de pluges irregular del clima mediterrani, i per tant s'ha d'entendre com un recurs de proximitat que en alguns períodes s'haurà de complementar amb un altre recurs (potable o freàtica). La seva qualitat en origen és molt bona, no obstant aquesta pot veure's afectada per les característiques i funcionament dels sistemes de captació i emmagatzematge, podent requerir un tractament d'aquesta aigua previ al seu ús final.

L'aigua regenerada és també un recurs abundant i de bona qualitat que pot ser apta per a diferents usos. Cal esmentar que els tractaments necessaris per a la seva obtenció tenen un alt cost econòmic, que es repercuteix en el preu final d'aquesta aigua. També cal tenir en compte que requereix una xarxa d'impulsió i distribució independent de la xarxa d'aigua freàtica, ja que ambdues aigües no es poden barrejar.

Les aigües grises depurades es poden considerar també un recurs abundant, en comparació amb els usos pels quals està previst el seu aprofitament (a nivell d'edificacions). La seva qualitat depèn del sistema de depuració utilitzat, i del seu correcte manteniment, que haurà de ser dissenyat per complir amb els paràmetres de qualitat establerts per als usos recomanats (ompliment de cisternes dels WC i reg de zones verdes interiors dels edificis).

L'aigua de pluja infiltrada al terreny mitjançant SUDS, més que un recurs hídric alternatiu pròpiament dit, es pot considerar com a font d'alimentació d'un altre recurs, l'aigua del subsòl, ja que l'aigua captada pels SUDS no acostuma a ser aprofitada directament. El més habitual és que aquesta s'infiltri a l'aquífer per al seu posterior aprofitament com a aigua freàtica. El procés de depuració de l'aigua d'escolament superficial es realitza al propi SUDS i a la capa no saturada del subsòl.

8. ANÀLISI DE LA DEMANDA

El present capítol inclou un **anàlisi quantitatiu** detallat de la demanda actual dels diferents serveis que actualment estan utilitzant aigua freàtica, a partir dels consums reals dels darrers anys, i una estimació de la demanda potencial de les instal·lacions i equipaments existents susceptibles d'aprofitar recursos hídrics alternatius que actualment s'abasteixen amb aigua potable. Alhora també s'ha fet una estimació de la demanda potencial de les instal·lacions i equipaments planificats a la ciutat, en tots aquells àmbits on es preveuen usos que no requereixin la qualitat de l'aigua potable.

Per a dur a terme aquesta anàlisi s'han consultat els consums i previsions de consums als tècnics dels diferents serveis urbans i equipaments públics que podrien ser abastits amb recursos hídrics alternatius.

S'inclou també un **anàlisi qualitatiu** detallat de la demanda en funció dels diferents usos, establint els requeriments de qualitat que ha de complir l'aigua per tal de ser apta per a cadascun dels usos previstos en el present Pla, en compliment de la normativa vigent.

8.1. ANÀLISI QUANTITATIU DE LA DEMANDA

Es presenten en aquest capítol les estimacions dels consums urbans susceptibles d'utilitzar recursos hídrics alternatius, en l'àmbit establert al capítol 4. Podem distingir entre els usos següents:

- Usos dels serveis de medi ambient:
 - Reg d'espais verds (parcs i jardins, horts urbans, murs verds i cobertes verdes municipals)
 - Fonts i llacs ornamentals
 - Neteja viària i de camions de neteja (en parcs de neteja)
 - Neteja de la xarxa i dipòsits reguladors del clavegueram
 - Neteja i desinfecció dels dipòsits d'aigua freàtica
- Usos d'altres equipaments públics:
 - Reg de camps esportius o altres
 - Ompliment de piscines
 - Hidrants per a parcs de bombers
 - Altres equipaments municipals i no municipals
 - Instal·lacions de rentat de vehicles (cotxeres TMB, cotxeres ADIF,...)

Les dades relatives als consums actuals d'aigües freàtiques estan recollides al capítol 3 del present document. Aquestes dades s'obtenen a partir dels registres de consum dels comptadors, i per tant corresponen a dades reals. Les dades reals aporten molta informació, però corresponen a una situació variable, subjecta a les circumstàncies puntuals de cada consum (avaries, aturades per obres, decrets de sequera, variabilitat interanual a causa de la pluviometria, etc.). Per tant, per a l'estimació del consum anual dels diferents serveis i equipaments que actualment consumeixen aigua freàtica, s'han utilitzat aquestes dades com a punt de partida per a obtenir consums mitjos i ràtios de consum aplicables a futures instal·lacions. Per a cadascun dels usos recollits en aquest apartat s'inclou una breu descripció de la metodologia utilitzada per a l'estimació del consum mig anual.

Al final del present capítol s'inclou un quadre resum de la quantificació de la demanda actual i futura per a cadascun dels serveis i usos susceptibles de ser abastits amb recursos hídrics alternatius.

Per a l'estimació de la demanda futura, s'ha consultat als diferents usuaris de la xarxa d'aigües freàtiques, les seves previsions de desenvolupament (pel que fa als nous equipaments, instal·lacions i usos que puguin ser abastits amb recursos hídrics alternatius), amb l'objectiu d'incorporar-les com a demandes potencials en el present Pla.

Al Document núm. 2, Plànols, es representa la localització de les demandes actuals i futures recollides en aquest apartat.

8.1.1. Reg d'espais verds

Com ja s'ha exposat en l'apartat 1.2.1 del present Pla, el *Pla del Verd i la Biodiversitat de Barcelona 2020* preveu entre les seves línies d'acció promoure la utilització de recursos hídrics alternatius per al reg de parcs i jardins. També cal destacar la *Mesura de Govern: programa d'impuls de la infraestructura verda urbana*, essent un dels seus objectius principals l'increment de la infraestructura verda a la ciutat en 1 m²/habitant en l'horitzó 2030, en el marc del *Compromís de Barcelona pel Clima*. En aquest marc es preveu per tant un augment de la demanda de recursos hídrics alternatius per al reg dels parcs i jardins de la ciutat.

Per a l'estimació de la demanda hídrica dels espais verds urbans, es disposa de les següents dades de partida:

- Consums reals dels jardins regats amb aigua freàtica actualment.
- Llistat de les superfícies dels espais verds existents, desglossades en les següents tipologies: gespa, arbust, flor, forestal, i entapissant.
- Inventari de l'arbrat viari.
- Manual de reg, on s'explica la metodologia per al càlcul de les necessitats hídriques de cada tipologia, necessàries per a obtenir les programacions de reg en cadascuna d'elles.

A continuació es resumeix breument la metodologia que s'ha seguit per al càlcul de les necessitats hídriques dels parcs i jardins, amb l'objectiu de determinar la demanda potencial per al reg d'aquests espais amb recursos hídrics alternatius:

1. Càlcul de l'evapotranspiració

Amb l'obertura dels estomes, necessària per fer la fotosíntesis, es produeix una pèrdua d'aigua per transpiració. Per tant, el consum d'aigua de les plantes depèn de la taxa d'evaporació i de les condicions ambientals que l'afavoreixen. La disponibilitat i reserva d'aigua en el sòl ha de ser suficient per compensar les pèrdues per transpiració de la planta. Per tal d'evitar que les plantes pateixin el que s'anomena *estrès hídric* (quan la planta perd molta més aigua de la que rep), l'aigua que es perd per evaporació s'ha de reposar amb el reg per tal que les plantes puguin realitzar correctament les seves funcions vitals.

L'evapotranspiració d'una espècie determinada es calcula mitjançant la següent fórmula:

$$E_t = E_{t_0} \times K_c \quad ; \quad \text{on:}$$

E_t : és l'evapotranspiració corresponent a l'espècie objecte de l'estudi, en l/m²/dia.

E_{t_0} : és l'evapotranspiració de referència, valor que s'obté de les estacions agrometeorològiques

K_c : correspon al coeficient de cultiu, és un factor de correcció que ajusta el valor de referència en funció de l'espècie o tipologia de la vegetació. A la taula següent s'adjunten valors orientatius del coeficient K_c :

cultiu	hivern	primavera i tardor	estiu
gespa de clima humit	0,2	0,3 - 0,6	1
gespa de clima càlid	0	0,25	0,5
flor de temporada	0,2	0,4	0,6
entapissants	0,2	0,4	0,6
arbustos	0,2	0,4	0,6
arbres	0,2	0,4	0,6

Taula 20. Valors orientatius de Kc. Font: Manual de Reg de l'Ajuntament de Barcelona. Setembre 2013.

En agricultura, el coeficient corrector utilitzat és el coeficient de cultiu (Kc), que correspon a la demanda d'aigua necessària per a un bon rendiment de creixement del cultiu. No obstant, en jardineria aquests coeficients solen ser més baixos, ja que interessa que les plantes no pateixin estrès hídric però que tinguin un ritme de creixement no molt elevat, per reduir les tasques de manteniment dels jardins. Aquest coeficient s'anomena també K_j (coeficient de jardí).

2. Càlcul de les necessitats hídriques de les espècies vegetals

Amb l'objectiu d'ajustar aquests coeficients de cultiu anteriors, extrets a partir de dades bibliogràfiques d'estudis d'altres països, per a la present actualització del Pla s'ha realitzat un *Estudi de Caracterització Hídrica* de diferents espècies de vegetació que es troben en els parcs i jardins de la ciutat.

L'estudi consisteix en determinar els coeficients de cultiu (Kc) de forma experimental de diferents espècies d'arbres, arbustos i gespes a la ciutat i durant els mesos d'estiu. A l'Annex 12, *Caracterització hídrica de diferents espècies dels parcs de Barcelona*, s'exposa amb detall la metodologia de presa de dades de camp i de càlcul dels coeficients màxims i mitjos per a les espècies estudiades.

Els coeficients de consum (Kc) mitjans i màxims obtinguts per a les diferents espècies estudiades durant el període d'estiu, calculats a partir del mètode del balança hídric del sòl s'exposen a la Taula 21.

		VALORS Kc	
ESPÈCIE		Kc promig	Kc màxima
GESPES	C3 exposada al Sol	0,73	0,79
	C3 exposada a l'ombra	0,58	0,63
ARBUSTIVES	Viburnum Tinus exposat al Sol	0,48	0,7
	Viburnum Tinus exposat a l'ombra	0,41	0,53
	Cotoneaster Horizontalis	0,41	0,53
	Pistacia lentiscus	0,41	0,7
ARBÒRIES	Pinus pinea	0,48	0,7
	Platanus x hispanica	0,48	0,7
	Cercis Siliquastrum	0,48	0,7

Taula 21. Coeficients de consum mitjà i màxim durant el període d'estiu

A partir dels resultats obtinguts amb el treball de camp realitzat, amb els quals s'han obtingut els valors de Kc exposats a la taula anterior, s'han ajustat els valors del coeficient Kc indicats al manual de reg per a les diferents estacions de l'any. Els valors de Kc adoptats per a l'estimació de les necessitats hídriques dels parcs de Barcelona són els següents:

ESPÈCIE	ESTACIÓ		
	hivern	primavera-tardor	estiu
gespa	0,2	0,48	0,73
arbust	0,2	0,32	0,48
entapissant	0,2	0,32	0,48
flor	0,2	0,32	0,48
arbre	0,2	0,32	0,48

Taula 22. Coeficients de consum mitjans estimats per als diferents grups d'espècies

Així doncs, s'ha realitzat una estimació de la demanda hídrica anual per a cadascun dels espais verds de la ciutat, seguint la metodologia de càlcul descrita anteriorment, i a partir de les dades recopilades següents:

- Els valors de Kc estimats per a les diferents tipologies d'espècie a partir dels valors obtinguts en l'estudi (Taula 22).
- Les dades d'evapotranspiració de referència de les estacions agrometeorològiques del Raval i de l'Observatori Fabra.
- La superfície de cada grup d'espècie existent als parcs i jardins de la ciutat (dada facilitada per espais verds).

Com que no es disposa de les dades de detall de les espècies existents a cada parc, només de la tipologia general, de cara a la demanda hídrica s'ha suposat que:

- Les superfícies de gespa corresponen a gespa de clima humit (no es disposa de dades de detall d'on es localitzen les gespes de clima càlid).
- Les demandes hídriques de les flors i entapissants s'assimilen a les demandes de les espècies arbustives obtingudes a partir de l'estudi realitzat.
- Els espais verds catalogats com a forestals es consideren espècies arbòries madures i per tant no es reguen (Collserola, Montjuïc, Parc de l'Oreneta,...).

A partir d'aquestes hipòtesis, aplicant la metodologia exposada anteriorment, s'ha calculat la demanda total anual d'aigua per al reg d'espais verds de la ciutat, que s'estima en **2.465.698 m³/any**. Aquest valor no inclou:

- La demanda hídrica de l'arbrat viari que no est troba dins dels parcs.
- Els espais verds amb superfície inferior a 100 m².
- Les zones forestals de la ciutat.
- Les demandes d'espais com ara el Fòrum, el Zoo, o el Consorci de la Zona Franca, on els consums d'aigua són assumits per les entitats que els gestionen en cada cas.

A l'Annex 12, Estudi de caracterització hídrica de diferents espècies vegetals, s'adjunten les taules completes a partir de les quals s'obté aquest valor. S'adjunten també els llistats de les demandes actuals i potencials per al reg de cadascun dels espais verds de la ciutat:

- Taula A12.1: parcs connectats a la xarxa d'aprofitament d'aigua freàtica. La demanda actual estimada és de **405.730 m³/any**.
- Taula A12.2 parcs connectats a la xarxa d'aigua potable que es podrien regar amb recursos hídrics alternatius. Es considera, de cara al reg amb Recursos Hídrics Alternatius, que els parcs pels quals seria rentable fer-hi arribar la xarxa d'aigua d'aigua freàtica serien aquells que tenen una demanda superior a 1.000 m³/any. La demanda estimada correspon a **1.717.621 m³/any**.
- Taula A12.3: parcs connectats a la xarxa d'aigua potable amb una demanda estimada inferior a 1.000 m³/any. La demanda potencial estimada és de **342.347 m³/any**. Els parcs estan ordenats segons el consum d'aigua estimat, de major a menor.

Respecte a l'**estimació d'aigua de pluja aprofitable per al reg**, aquest volum s'ha calculat seguint la metodologia de càlcul següent:

- Es considera una superfície verda total de 4.103.706 m², equivalent a la superfície verda total menys la superfície forestal (que no es rega), extreta del llistat de superfícies de parcs de la ciutat proporcionat per Espais Verds.
- Per al càlcul de la pluviometria anual aprofitable per al reg es consideren els episodis de pluja amb $2 \text{ mm} < P < 18 \text{ mm}$. Es considera que en els episodis de precipitació inferior l'aigua no s'arriba a infiltrar al subsòl. Respecte al valor màxim, es considera que per episodis de precipitació superiors a 18 mm, només s'aprofiten els primers 18 mm, la resta se'n va per escorrentiu superficial a la xarxa de clavegueram. Segons aquest criteri, la pluviometria mitjana anual aprofitable per al reg dels pluviòmetres seleccionats per a l'anàlisi (situats a la zona centre de Barcelona) corresponent a l'any 2016 equival a 175 mm.

Amb aquestes dades de partida, s'obté que el volum de pluja aprofitable per al reg d'espais verds corresponent a l'any 2016 s'estima en 718.150 m³. Cal tenir en compte que aquest valor s'ha calculat a partir de valors mitjans, i que pot variar substancialment segons la zona de la ciutat que s'analitzi.

Segons les dades extretes de l'informe anual de consum d'aigua que elabora BCASA, el consum d'aigua de xarxa (potable +freàtica) per al reg d'espais verds del 2016 ha estat de **2.521.622 m³**. Aquest consum inclou el reg de parcs (qualsevol superfície) i de l'arbrat viari (aquest últim no inclòs en l'estudi de demanda, tal com s'ha explicat anteriorment).

Si fem la comparativa entre l'aigua aportada per al reg (sumant el consum d'aigua per al reg el volum d'aigua de pluja aprofitable per al reg) i la necessitat hídrica dels parcs de Barcelona per a l'any 2016, s'obté que l'aigua total aportada és un **30%** superior a la necessitat hídrica dels parcs. Aquesta diferència pot ser deguda a:

- Desviacions entre els valors mitjos d'evapotranspiració i de Kc adoptats per a l'estudi i els valors reals diaris en funció dels quals es gestiona el reg dels espais verds (s'estima en el 5%).
- La demanda hídrica de l'arbrat viari i dels espais verds amb superfície inferior a 100 m², que no s'ha inclòs en les estimacions de demanda dels parcs (estimada entre el 1% i el 5% del consum).
- Pèrdues de la xarxa de reg (les pèrdues en la xarxa de distribució d'aigua per al reg es poden considerar entre el 15% i el 20% del consum).

A la vista dels resultats, es pot concloure que l'estimació de les necessitats hídriques dels diferents parcs de Barcelona segons la metodologia de càlcul utilitzada es pot donar com a vàlida, i per tant és la que s'utilitzarà per a la planificació de les infraestructures proposades en el present Pla, amb un increment del 10% considerant les pèrdues de la xarxa.

Respecte al consum anual d'aigua freàtica per al reg dels espais verds regats durant l'any 2018 amb aquest recurs, aquest es detalla a les taules 24 i 25.

NOM REG	consum (m³/any)
Diagonal Mar Dipòsit Reg	52.183
Dipòsit Zona Universitària (Tram-Baix)	50.332
Altres regs	41.028
Ciutadella	30.775
Dipòsit Zona Universitària (Palau Reial)	29.390
Dipòsit Taulat	24.584
Josep Ferrerter, Garcia Fària	14.082
Viver Tres Pins (alt i baix) + mina	14.050
Parc central de Nou Barris	13.890
Passeig dels Cims	12.720
Dipòsit Estatut	12.555
Parc de Joan Miró i Espanya Industrial	11.423
Parc Gran Via - Rbla Prim	10.847
Joan Brossa	10.739
Dipòsit Doctors Dolsa	10.703
Parc Central Poble Nou	10.591
Mossèn Cinto	9.956
Parc del Poble Nou	7.341
Torre Llobeta	7.059
Parc Gran Via - Lope de Vega (muntanya)	5.183
Mirador de l'Alcalde	4.783
Parc de la Maquinista	4.726
Parc Estació del Nord	4.574
Parc de Nova Icària	3.865
Parc Gran Via - Selva de Mar (muntanya)	3.283
Jardins Aclimatació	2.971
Parterres Poble Espanyol	2.518
Parc de Carles I	2.197
Can Cadena	2.182
Dipòsit Bori i Fontestà (Turó Parc)	1.942
Jardins Manel Sacristan	1.792
Mirador del Poble Sec	1.469
Jardins Josep Maria Sostres	1.464
Jardins Carles Barral	1.439
Jardins Joan Fuster Ortells	1.351
Jardins Primavera	1.349
Parc Gran Via - Selva de Mar (mar)	1.312
Carrer Pere Moragues	1.083
Parc del Clot	1.042
Jardins Sota Jardí Botànic	999
Plaça Armada + Costa Llobera	843
Jardins Jaime Gil Biedma	825
Parc Gran Via - Lope de Vega (mar)	800
Carlos Ibáñez	750
Parterres Ceres-Besós	851

NOM REG	consum (m³/any)
Lesseps	683
Parterres Ceres-Llobregat	726
Carrer Jaume Huguet	555
Eduard Torroja	399
Pallars-Bac de Roda (Illa Diagonal-Pallars)	343
Pça. Sant Jordi /Font Ceres (Part. Joan Maragall)	92
Palau Sant Jordi	150
Parc Juli González	130
Aportació a DA Cobi	6
TOTAL	432.925

Taula 23. Consum d'aigua freàtica al 2016 dels parcs connectats a la xarxa d'aigua freàtica.

CODI BDE	NOM HIDRANT	consum (m³/any)
1	Dipòsit Escola Industrial	1.380
2	Dipòsit Bori i Fontestà	1.326
3	Dipòsit Zona Universitària	630
4	Torre de les aigües	1.956
5	Av. Paral·lel	1.468
6	Wellington	538
7	Dipòsit Doctors Dolsa	10.703
8	Dipòsit Parc Central Nou Barris - Vilalba dels Arcs	0
9	Dipòsit parc de Joan Miró	2.171
12	Bilbao - Taulat	10
13	Llull - Prim	0
17	Baró de Viver	407
18	Rambla Raval	297
21	Parc de la Maquinista	859
23	Urgell	1.603
25	Torre Llobeta	5.661
28	Lesseps	1.470
29	Parc Centre Poblenou - Bac de Roda	1.371
	Parc Nord Urbaser	1.527
	TOTAL	33.376

Taula 24. Consum d'aigua freàtica al 2016 per a la càrrega de camions per al reg en hidrants.

Per al càlcul del cabal punta necessari per al reg d'espais verds, s'han utilitzat les dades de consum d'aigua freàtica i potable dels jardins connectats a la xarxa d'aprofitament d'aigües freàtiques dels mesos d'estiu, i la programació del reg dels jardins connectats. A l'apartat 10.3.1. es descriu amb detall els càlculs realitzats que s'han utilitzat per al disseny de les xarxes.

Respecte a la demanda potencial estimada per al reg d'espais verds planificats, s'ha considerat un augment del 10% respecte de les demandes actuals.

8.1.1.1. Cobertes verdes i murs verds

Barcelona compta amb una superfície aproximada de 4 ha de cobertes verdes i murs verds. Aquestes superfícies solen incorporar sistemes d'aprofitament de l'aigua de pluja per al reg, que es complementa amb aigua potable. Per al seu baix consum, es considera que s'hauria de fomentar el reg d'aquestes cobertes amb aprofitaments de l'aigua de pluja o bé mitjançant la reutilització d'aigües grises depurades. Cal destacar que durant l'any 2017, l'Institut Municipal de Paisatge Urbà va promoure el concurs de cobertes verdes, “*Qui té una coberta té un tresor*”, del qual van sorgir 10 propostes guanyadores, amb una superfície aproximada de 4.000 m². Actualment ja s'han construït aquestes 10 cobertes verdes.

Les cobertes verdes són elements associats en general a un edifici o equipament. A l'Annex 7, *Consideracions tècniques per la implementació de sistemes d'aprofitament d'aigües pluvials de cobertes*, es realitzen una sèrie de recomanacions tècniques per al disseny, explotació i manteniment dels sistemes d'aprofitament d'aigües pluvials en cobertes, tant a nivell quantitatiu com qualitatiu.

Al plànol 5.10 es representen gràficament les cobertes i murs verds existents i previstos a curt termini en edificis municipals a la ciutat de Barcelona.

8.1.2. Fonts i llacs ornamentals

Tal com s'ha exposat a l'apartat 3.3.3. del present document, el 39,6% del consum d'aigua per a l'ompliment de fonts ornamentals a la ciutat es realitza amb aigües freàtiques. L'objectiu del Pla és arribar a un índex de sostenibilitat en el consum d'aigua per a fonts ornamentals del 95%.

A la Taula 25 s'adjunta el llistat de les fonts que actualment estan connectades a la xarxa d'aigua freàtica, un total de 48, el volum del vas i el consum anual previst. A partir d'aquestes dades es calcula el cabal de disseny de la canonada d'abastament corresponent a cada font. La previsió del consum anual per a l'ompliment i manteniment d'aquestes fonts és de **314.946 m³/any**.

Les fonts ornamentals considerades per al seu futur abastament amb aigua freàtica incloses en el desenvolupament de la xarxa són aquelles que compleixen els requisits següents:

- El seu consum anual supera els 1.000 m³. El Pla preveu la connexió a la xarxa d'aigües freàtiques de 71 fonts ornamentals que actualment estan servides amb aigua potable, que consumeixen més de 1.000 m³/any i que sumen un consum total de **342.974 m³/any**. A la Taula 26 s'adjunta el llistat de les fonts que actualment estan servides amb aigua potable i que el seu consum anual és superior a 1.000 m³. S'han inclòs les fonts que, tot i tenir la connexió preparada per rebre aigües freàtiques, s'alimenten amb aigua potable degut a altres condicionants d'operativitat de la xarxa (cabal, pressió, interacció amb altres usuaris...). estan indicades en color lila.
- El seu consum anual s'estima entre 500 i 1.000 m³ i la seva ubicació és propera a la xarxa d'aigua freàtica existent o planificada conjuntament per altres usos (reg, parcs de neteja, dipòsits planificats,...).

El consum total anual estimat de les fonts amb consum inferior a 1.000 m³/any no connectades a la xarxa d'aigua freàtica és de **30.212 m³/any**.

Al plànol 5.2 del Pla s'indica la ubicació de les fonts i llacs ornamentals existents i si estan connectades a la xarxa d'aigua freàtica o a la xarxa d'aigua potable.

CODI	Denominació FONTS	Volum del Vas (m³)	PREVISIÓ CONSUM ANUAL (m³/any)
01-010	Gran Llac - Parc de la Ciutadella	6.622	142.946
01-012	Gran Cascada - Parc de la Ciutadella	1.800	34.320
01-017	Monument del Centenari - Parc Ciutadella	53	791
01-019	Font dels Tres Dragons - Parc de la Ciutad	47	1.808
01-024	Font del Desconsol - Parc de la Ciutadella	103	114
02-007	Estany del Parc Joan Miró - Dona i Ocell	393	3.193
02-010	Llacs de la Biblioteca Joan Miró	2.394	11.746
02-013	Torre de les Aigües	105	252
03-004	Estany Inferior - Jard M Cinto Verdager	290	4.794
03-005	Estany Superior - Jard M Cinto Verdager	59	742
03-012	Font de Ceres	84	553
03-014	Cascada de la Plaça Neptú	15	102
03-028	Estany dels Quatre Brolladors	25	420
03-029	Estany de la Marató	23	412
03-030	Font Lluminosa	105	1.704
03-031	Font Quadrada de les Petxines	8	263
03-032	Estany del Pavelló Alemany	204	1.129
03-033	PL. Estany del Pavelló d'Itàlia	204	1.129
03-034	FONT DE LES VIDUES	6	179
03-036	Font de Ceràmica Octogonal - Jard Laribal	4	78
03-040	Font Màgica - Eix Mª Cristina	3.000	11.700
03-041	Cascada I - Eix Mª Cristina	69	466
03-042	Cascada II - Eix Mª Cristina	155	972
03-043	Cascada III - Eix Mª Cristina	370	1.788
03-044	Cascada IV - Eix Mª Cristina	290	1.446
03-090	Llançament - Jocs Olímpics de 1992	4	94
03-094	Passeig de les Cascades - Besòs	71	790
03-109	Llac del Parc del Mirador del Poble Sec	147	1.006
03-111	Estany dels Jardins d'Acimatació	31	224
03-117	Font Ornamental Cobriment de Sants	21	251
04-006	PALAU DE PEDRALBES (EXTERIOR DRETA)	36	293
04-007	PALAU DE PEDRALBES (EXTERIOR ESQUERRA)	36	293
04-008	PALAU DE PEDRALBES (CASCADA)	173	1.280
04-009	PALAU DE PEDRALBES (OCTOGONAL DRETA)	5	112
04-010	PALAU DE PEDRALBES (OCTOGONAL ESQUERRA)	5	112
04-011	Octogonal Merlets - Palau de Pedralbes	2	85
04-012	PALAU DE PEDRALBES (ESTANY DAVANT PALAU)	216	1.487
05-011	Bassa Petita - Turó Parc	10	99
05-012	Estany dels Nenúfars - Turó Parc	528	2.767
08-017	La Flama	30	222
08-020	Font Sidney del Parc Central de Nou Barris	1.056	10.267
08-021	Font Triangular del P Cent. de Nou Barris	2.113	17.535
09-010	Llac del Parc de La Maquinista	330	2.292
10-005	Font dels Ponts - Parc del Clot	216	818
10-015	Ritus de Primavera - Parc del Clot	1	17
10-029	Font sobre el Llac - Parc de Diagonal Mar	325	1.530
10-030	Font del Costat Mar - Parc de Diagonal Mar	1.845	5.928
10-032	Llac del Parc de Diagonal Mar	12.000	41.400
10-044	Llac Superior del Centre del Disseny de Barcelona	987	1.934
10-045	Llac Inferior del Centre del Disseny de Barcelona	261	1.063
TOTAL		36.875	314.946

Taula 25. Fonts ornamentals connectades a la xarxa d'aigua freàtica

CODI	Denominació FONTS	Volum del Vas (m³)	PREVISIÓ CONSUMS 2017 (m3/any)
03-007	Llac de l'Espanya Industrial	5.441	49.588
01-009	Dama del Paraigües - Parc de la Ciutadella	40	1.044
01-013	Font de les Tres Gràcies	15	1.011
01-014	Monument a Picasso	179	5.358
01-018	Parc de les Cascades	238	1.321
02-001	Gran Via - Passeig de Gràcia	739	5.524
02-002	Bessona Llobregat - Plaça Catalunya	161	1.285
02-003	Bessona Besòs - Plaça Catalunya	161	1.285
02-005	Plaça Gaudí - Sagrada Família	388	9.931
02-011	Font dels Sis Putti - Plaça Catalunya	80	1.284
03-002	Font del Mirador de l'Alcalde	284	3.272
03-011	Piràmide dels Jardins de Can Sabaté	63	1.052
03-039	Font dels Tres Mars - Eix M ^a Cristina	229	7.300
03-045 a 03-066	Llacs 1 a 22 - Llobregat - Eix M ^a Cristina	23	5.980
03-067 a 03-088	Llac 1 a 22 - Besòs - Eix M ^a Cristina	23	5.980
03-089	Passeig de les Cascades Llobregat	71	1.840
03-092	Font del Carrer del Foc - Besòs	119	4.321
03-093	Font del Carrer del Foc - Llobregat	78	2.626
03-095	Llac dels Jardins dels Drets Humans	43	1.106
03-099	Cascada I - Anella Olímpica	357	2.785
03-100	Cascada II - Anella Olímpica	542	3.452
03-101	Cascada III - Anella Olímpica	928	5.591
03-102	Estany de les Cascades del Palauet Albéniz	126	3.605
03-103	Dones a la Cascada - Palauet Albéniz	210	5.508
03-104	Estany Magnoliers - Palauet Albéniz	89	18.427
03-105	Nu a l'Estany - Palauet Albéniz	45	1.716
03-106	Font del Teatre - Palauet Albéniz	49	1.735
03-113	Cascades - Jardins Mossèn Cinto Verdaguer	259	1.061
04-001	Canal del Jardí de Les Corts - Euclidianana	103	1.245
04-017	Font dels Jardins dels Doctors Dolsa	37	1.138
04-018	Coberta de Carles III	88	1.711
05-003	Escultura infinita	56	1.019
05-021	Estany dels Jardins de Piscines i Esports	121	1.481
06-008	Piscines de la Creueta del Coll	902	6.665
06-009	Font d'Hèrcules	50	1.740
07-002	Font del Parc del Guinardó	19	1.568
07-004	Font Castellana (2 vasos)	373	3.745
07-005	Làmina dels Jardins del Príncep de Girona	956	9.442
07-018	Estany del Faune - Parc del Laberint	390	1.218
07-026	Estany dels Dofins - Parc del Laberint	3.528	18.000
07-035	Canal Romàntic - Parc del Laberint	2.104	11.525
07-036	Bassa de les Bombes - Parc del Laberint	200	1.740
08-002	Homenatge a la Mediterrània - Plaça Sòller	400	3.480

CODI	Denominació FONTS	Volum del Vas (m³)	PREVISIÓ CONSUMS 2017 (m3/any)
08-004	Llac del Parc de la Guineueta	71	1.970
08-008	Llac del Parc Tecnològic BCNord - Fòrum N	1.852	4.472
08-009	Triangular 1 del Fòrum Nord - Costat Mar	121	1.190
08-010	Triangular 2 del Fòrum Nord - Costat Besòs	114	1.624
08-011	Triangular 3 del Fòrum Nord - Costat Llobr	117	4.781
08-012	Font de la Plaça del Virrei Amat	324	4.978
08-014	Font de la Plaça Verda de la Prosperitat	91	1.118
08-015	Homenatge a Manuel de Falla	324	1.528
08-016	Estanys de la Plaça Francesc Layret	168	1.303
08-019	La Font Mutant	80	13.692
08-022	Font de la Plaça de César Vallejo	9	1.222
08-023	Làmina de Via Favència - Plaça Karl Marx	5	1.512
09-001	Llac del Parc de la Pegaso	2.664	18.197
09-004	Llac del Parc de la Trinitat	2.775	16.830
09-007	Font Cibernètica de Can Fabra	256	2.414
09-008	Guèiser de la Plaça Islàndia	188	1.426
09-011	Cascada dels Jardins de la Casa Bloc	131	2.414
10-009	Llac de la Nova Icària	2.056	8.467
10-011	Canal 1 del Parc de Carles I	608	5.959
10-013	Làmina Nord de Rambla Prim	199	1.378
10-014	Làmina Sud de Rambla Prim	199	1.378
10-017	Canal 3 del Parc de Carles I	342	4.571
10-018	Font de la Plaça dels Voluntaris	1.550	12.720
10-036	Cascada 1 de Gran Via	167	1.301
10-037	Cascada 2 de Gran Via	156	1.274
10-038	Cascada 3 de Gran Via	148	1.255
10-043	Llac del Parc de Sant Martí	748	3.295
TOTAL		35.770	342.974

Taula 26. Fonts ornamentals amb previsió de connexió a la xarxa d'aigua freàtica.

S'indica a la taula anterior en color lila aquelles fonts que físicament estan connectades a la xarxa d'aigua freàtica però que actualment estan abastides amb aigua potable, ja sigui per manca de recurs o per altres aspectes tècnics.

8.1.3. Neteja Urbana

La neteja urbana a la ciutat de Barcelona està dividida en quatre zones, que agrupen diferents districtes, de la següent manera:

- Zona Centre: Ciutat vella, Eixample i Gràcia
- Zona Oest: Sants-Montjuïc, Les Corts i Sarrià
- Zona Nord: Horta-Guinardó i Nou Barris
- Zona Est: Sant Andreu i Sant Martí.

Cadascuna d'aquestes zones té associat un Parc Central, on es netegen els vehicles de recollida de residus sòlids urbans, i els Parcs de Districte, on es netegen els vehicles de neteja viària. A més, cada zona disposa de centres auxiliars, que no tenen consum d'aigua significatiu (magatzems, aparcaments, etc.).

L'aigua per a la neteja urbana, que inclou la neteja viària i la pròpia neteja dels vehicles, s'extreu dels punts següents:

- Hidrants per càrrega de camions:
 - Hidrants situats a la via pública (on es carreguen les cubes de neteja viària)
 - Hidrants situats a l'interior dels parcs de neteja viària
- Boques d'aigua per mànegues situades als centres de neteja (per al rentat de vehicles).

A continuació s'exposen les dades recollides corresponents a la demanda actual i prevista per a la neteja urbana, per a cadascun dels punts d'extracció previstos (hidrants, parcs de neteja).

A la *Taula 27* s'adjunta un llistat dels Parcs de Neteja existents a dia d'avui, i el consum mig d'aigua freàtica anual, en aquells parcs que actualment estan servits amb aigua freàtica.

ZONA	NOM PARC	FREÀTIC	CONSUM MIG (m³/any)
OEST	Parc Central Sector B (Consorci Zona Franca)	NO	
	Parc Districte Sants-Montjuic (L'Hospitalet Av. Gran Via 169) (1)	SI	28.230
	Parc Torrent Maduixers	SI	2.647
	Parc de Districte les Corts (alt) (2)	NO	
	Parc de Districte les Corts (baix) (2)	NO	
CENTRE	Parc Central Sector B (Consorci Zona Franca)	NO	
	Parc de Fontrobada	SI	3.696
	Parc de Districte Eixample Esquerre (3)	NO	
	Parc de Districte Eixample Dret (4)	NO	
	Parc de Districte de Gràcia (Santa Perpètua 11) (5)	SI	900
NORD	Parc Central C/ Motors 21 (l'Hospitalet)	NO	
	Parc de Districte Rieres d'Horta	SI	3.296
	Parc de Districte Canyelles	NO	
EST	Parc Central Urbaser	SI	16.170
	Parc de Districte Forum	SI	3.703
TOTAL			58.642

Taula 27. Parcs de neteja existents i consum d'aigua freàtica.

A la *Taula 28* s'adjunta el consum d'aigua potable que es destina actualment a la neteja urbana, desglossat per Districtes, segons les dades facilitades per la Direcció de Serveis de Neteja Urbana.

DISTRICTE	Consum (m³/any)
Ciutat Vella	31.674,51
Eixample	13.199,85
Sants-Montjuïc	4.930,60
Les Corts	1.968,72
Sarrià-Sant Gervasi	2.700,44
Gràcia	6.334,05
Horta-Guinardó	6.812,69
Nou Barris	7.010,60
Sant Andreu	3.868,71
Sant Martí	7.324,78
TOTAL CIUTAT	85.824,95

Taula 28. Consum actual d'aigua potable per a la neteja urbana.

A partir de l'any 2017, des de la Direcció de Serveis de Neteja Urbana s'ha impulsat la construcció de nous Parcs de Neteja, de manera que en el futur aquests tipus d'instal·lacions siguin propietat de l'Ajuntament de Barcelona. En aquestes noves instal·lacions, de la mateixa manera que en les existents executades per l'Ajuntament de Barcelona, es preveu que es subministri aigua freàtica per a la càrrega de cisternes i neteja de vehicles. A la *Taula 29* es llisten els Parcs de neteja planificats per l'Ajuntament, que substituiran els parcs existents que són de les diferents contractes de neteja, i el consum d'aigües freàtiques previst per cadascun d'ells. El nombre indicat per a cada parc correspon al Parc que substituiran (indicat a la *Taula 27*).

ZONA	NOM PARC	CONSUM PREVIST (m³/any)
OEST	(1) Parc de Can Batlló	29.000
	(2) Parc de Districte Nou Camp / Maternitat	3.200
CENTRE	(3) Parc de neteja de Joan Miró	3.500
	(4) Parc de neteja Marina- Ali Bei	3.000
	(5) Parc de neteja Vallcarca	2.000
EST	Nou Parc de neteja de Prim	18.000
	Nou Parc de Districte Llacuna Poble Nou	3.000
TOTAL		61.700

Taula 29. Parcs de neteja planificats i consum d'aigua freàtica previst.

Els consums per a neteja viària dels hidrants existents es detallen a la *Taula 30*. D'aquesta taula s'exclouen els hidrants del Castell de Montjuïc, que són d'ús exclusiu per a bombers, i els que estan actualment fora de servei. El consum mig s'ha calculat a partir del consum dels dos darrers anys (2015,2016).

CODI	NOM	CONSUM MIG (m³/any)
1	Dipòsit Escola Industrial	12.555
2	Dipòsit Bori i Fontestà	16.079
3	Dipòsit Zona Universitària	17.214
4	Torre de les Aigües	15.922
5	Av. Paral·lel	18.450
6	Wellington	14.146
7	Dipòsit Doctors Dolsa	26.833
8	Parc Central de Nou Barris	3.144
9	Dipòsit Joan Miró	19.344
12	Taulat - Bilbao	470
13	Rambla Prim - Llull	156
17	Baró de Viver	8.039
18	Rambla del raval	3.820
20	parc de neteja Forum	1.255
21	Parc de la Maquinista	11.068
23	Dipòsit Urgell	20.151
25	Torre Llobeta	9.699
26	Dipòsit Estatut	10.455
27	Dipòsit Estatut	0
28	Lesseps	10.094
29	Parc del Poblenou	4.292
30	Selva de Mar	552
31	Rambla Brasil	2.308
	Parc Central Sant Andreu (URBASER)	53.637
TOTAL		279.676

Taula 30. Hidrants existents a la via pública i consum mig per a neteja viària.

A la Taula 31 es detallen els hidrants planificats, tant en l'ampliació dels sistemes existents com en els nous sistemes planificats. El consum previst d'aquests hidrants s'ha calculat tenint en compte un increment de la demanda futura d'un 10% respecte del consum actual, i repartint el total dels consums entre els hidrants existents i els futurs (s'ha suposat que el consum global futur d'aigua es repartirà entre els hidrants existents i els futurs, ja que la càrrega de cisternes dels camions es redistribuirà amb l'entrada en servei dels nous hidrants, no es dispararà pel fet de disposar de nous hidrants.

La ubicació dels hidrants existents i planificats es grafia al plànol 5.3.1.

ZONA	ADREÇA	CONSUM (m³/any)
OEST	Hidrant Can Batlló	8.000
	Hidrant dipòsit Muntaner	8.000
	Hidrant Parc Espanya Industrial	8.000
	Hidrant Coberta de Sants	8.000
CENTRE	Hidrant en Parc de neteja de Joan Miró	8.000
	Hidrant en parc de neteja Marina- Ali Bei	8.000
	Hidrant dipòsit Pg. Sant Joan	8.000
	Hidrant en parc de neteja Vallcarca	8.000
NORD	Hidrant entorns Rambla Carmel	8.000
	Hidrant Av. Rio de Janeiro	8.000
	Hidrant Ronda de Dalt / Aiguablava	8.000
	Hidrant entorns Vall d'Hebron	8.000
EST	Hidrant en Parc de neteja de Prim	8.000
	Hidrant Felip II - Clot	8.000
	Hidrant Parc del Poblenou (Llacuna / Av. Litoral)	8.000
	Hidrant en zona Glòries	8.000
	Hidrant entorns Hospital de Sant Pau	8.000
TOTAL		136.000

Taula 31. Hidrants planificats a la via pública i consum estimat per a neteja viària.

A partir de les dades exposades a les taules anteriors, s'extreu que la **demanda total** (actual i potencial) per als serveis de neteja urbana, és de **621.845 m³/any**.

8.1.4. Neteja de la xarxa de clavegueram

La neteja de la xarxa de clavegueram es realitza amb camions de neteja hidropneumàtics. Aquests camions s'abasteixen dels diferents hidrants situats a la via pública. Cal destacar que, amb la nova contracta de neteja i conservació de la xarxa de clavegueram, s'han renovat els vehicles de neteja. Els nous vehicles disposen de sistemes de recirculació d'aigua, reduint el consum d'aigua necessària per a la neteja de la xarxa. Per tant les dades de consum anual s'han extret de les dades de consum de 2016, any en què han començat a operar aquests nous vehicles.

A la Taula 33 es detalla el consum actual d'aigua freàtica per a la neteja del clavegueram captada des dels hidrants de subministrament d'aigua freàtica existents.

CODI	NOM	CONSUM (m³/any)
1	Dipòsit Escola Industrial	18
2	Dipòsit Bori i Fontestà	44
3	Dipòsit Zona Universitària	148
4	Torre de les Aigües	171
5	Av. Paral·lel	20
6	Wellington	6
7	Dipòsit Doctors Dolsa	1.124
8	parc Central de Nou Barris	3
9	Dipòsit Joan Miró	53
12	Taulat - Bilbao	0
13	Rambla Prim - Llull	0
17	Baró de Viver	69
18	Rambla del raval	268
20	parc de neteja Forum	0
21	Parc de la Maquinista	169
22	Diposit Taulat	0
23	Diposit Urgell	16
25	Torre Llobeta	43
26	Diposit Estatut	48
27	Diposit Estatut	0
28	Lesseps	10
29	Parc del Poblenou	457
30	Selva de Mar	5
31	Rambla Brasil	6
	Parc Central Sant Andreu	41
TOTAL		2.719

Taula 32. Consum per hidrants per la neteja de la xarxa del clavegueram.

El consum d'aigua potable registrat per a la neteja de la xarxa de clavegueram per al 2016 és de 925 m³. Aquest consum correspon a ompliments dels camions de neteja que s'han realitzat amb aigua potable per manca puntual de disponibilitat d'aigua freàtica.

La implantació de nous hidrants a la via pública planificats amb el desenvolupament de la xarxa d'aigües freàtiques prevista en el present Pla permetrà optimitzar el recurs i reduir el consum d'aigua potable per a aquest ús. Per tant, es pot considerar que la demanda futura per a la **neteja de la xarxa de clavegueram** equival al total de consum d'aigua (potable + freàtica) consumida actualment, que correspon a **3.645 m³/any**.

8.1.5. Neteja dels dipòsits reguladors del clavegueram

L'estimació de la demanda d'aigua freàtica per a la neteja dels dipòsits reguladors del clavegueram existents s'ha calculat a partir del consum total i el nombre de neteges realitzades al 2016. Amb aquestes dades s'obtenen els m³ consumits per unitat de neteja per a cada dipòsit. Per a l'estimació del nombre de neteges anuals a realitzar, s'han aplicat els següents criteris:

- El nombre de neteges post-episodi estimades per als dipòsits que es troben a la zona central – baixa de la seva conca, correspon al nombre d'episodis de pluja en un any mig (2009) que superen una I_{20'} de 15 mm/h, que per al 2009 són 17 episodis.
- El nombre de neteges post-episodi estimades per als dipòsits situats a la part alta de la seva conca, que s'omplen menys cops, correspon al nombre d'episodis de pluja en un any mig (2009) que superen una I_{20'} de 25 mm/h, que per al 2009 són 11 episodis.
- El nombre de neteges post-episodi per al Dipòsit anti-DSU de Taulat correspon al nombre d'episodis de pluja en un any mig (2009) que superen el llindar de la I_{20'} de 5 mm/h, que per al 2009 són 40 episodis.
- S'ha afegit una neteja programada per als dipòsits de laminació, ja que en llargs períodes sense pluja es realitzen neteges de manteniment de les instal·lacions.

A la Taula 33 s'adjunta el llistat dels dipòsits reguladors del clavegueram existents i el seu consum previst per un any mig.

NOM DIPÒSIT	TIPUS	VOLUM (m³)	núm. neteges any mig	m3/neteja	TOTAL
Dipòsit Escola Industrial	laminació	27.000	18	69,6	1.253
Dipòsit Bori i Fontestà	laminació	71.000	12	383,0	4.595
Dipòsit Zona Universitària	laminació	105.500	12	342,8	4.113
Dipòsit Doctors Dolsa	laminació	50.500	12	394,5	4.734
Dipòsit Parc Central Nou Barris	laminació	14.000	12	166,5	1.998
Dipòsit Parc de Joan Miró	laminació	55.000	18	443,5	7.983
Dipòsit de la Fira - 2	laminació	1.600	12	17,5	210
Dipòsit Urgell	laminació	14.800	18	145,8	2.624
Av. Estatut	laminació	65.200	18	866,2	15.591
Dipòsit de Taulat	anti-DSU	51.000	40	981,8	39.273
TOTAL					82.376

Taula 33. Consum d'aigua freàtica als dipòsits reguladors existents

Per al càlcul de la demanda prevista per als nous dipòsits reguladors del clavegueram segons la planificació vigent de la xarxa, s'ha fet una estimació de la superfície aproximada dels dipòsits planificats, a partir del seu volum i d'una fondària mitja, estimada en 8 m, obtinguda a partir de les fondàries dels dipòsits existents. A partir de la superfície dels dipòsits existents i del seu consum per m² neteja, s'obté una ràtio de consum m³ de neteja per m² de dipòsit, obtenint el consum per a cada dipòsit segons el seu volum.

A la Taula 34 s'exposen els resultats obtinguts de consum anual per a la neteja dels dipòsits planificats.

NOM DIPÒSIT	TIPUS	VOLUM (m³)	núm. neteges any mig	m³/neteja	TOTAL
Hospital Militar	laminació	27.000	12	202,5	2.430
Navas	laminació	17.000	18	127,5	2.295
Parc de la Guineueta - Artesania	laminació	12.100	12	90,8	1.089
Sagrera-AVE	laminació	90.000	24	675,0	16.200
Torrent Estadella / Bon Pastor	Anti-DSU	41.000	40	307,5	12.300
Interceptor de Rieres - Estadella	Anti-DSU	23.000	40	172,5	6.900
Torre Baró / Torrent Tapioles	Anti-DSU	30.000	40	225,0	9.000
Vallbona	Anti-DSU	2.000	40	15,0	600
Bac de Roda	Anti-DSU	80.000	40	600,0	24.000
Bogatell	Anti-DSU	80.000	40	600,0	24.000
Ciutadella - Barceloneta	Anti-DSU	50.000	40	375,0	15.000
Port Vell - Colon	Anti-DSU	15.000	40	112,5	4.500
Port Vell - Pg. Montjuic	Anti-DSU	7.500	40	56,3	2.250
Cementiri Montjuic	Anti-DSU	5.000	40	37,5	1.500
Motors	Anti-DSU	72.000	40	540,0	21.600
Amadeu Torner	Anti-DSU	22.000	40	165,0	6.600
Seat	Anti-DSU	16.000	40	120,0	4.800
ZAL	Anti-DSU	32.000	40	240,0	9.600
Guipúscoa Alarcón	Anti-DSU	10.000	40	75,0	3.000
TOTAL					167.664

Taula 34. Consum estimat de RHA als dipòsits planificats.

A partir de les dades de consum previst en els dipòsits existents i previstos segons la planificació vigent exposades anteriorment, s'obté que la demanda total en concepte de neteja dels dipòsits de retenció del clavegueram equival a **250.000 m³/any**.

8.1.6. Auto-neteja i desinfecció dels dipòsits d'acumulació

Les tasques de manteniment dels dipòsits d'acumulació d'aigües freàtiques impliquen un consum d'aigua, ja que els dipòsits s'han de buidar, almenys un cop l'any, per a la seva neteja i desinfecció. Tot i que aquestes tasques s'intenten realitzar quan els dipòsits estan buits, per a optimitzar el recurs, per a l'estimació del consum d'aigua per aquest concepte s'ha considerat que tots els dipòsits existents i planificats es buidaran un cop l'any per a la realització de les tasques de manteniment.

A la Taula 36 s'adjunten els volums dels dipòsits existents i el seu volum útil.

Codi	NOM DIPÒSIT	Volum (m³)
1	Escola Industrial	200
2	Bori i Fontestà	400
3	Zona Universitària	700
4	Doctors Dolsa	900
5	Rambla Raval	50
6	Paral·lel	48
7	Viver Tres Pins - 1	225
8	Passeig Olímpic	100
9	Vilalba dels Arcs	370
10	Joan Miró	625
11	Taulat	2.000
12	Fira 2	78
14	castell de Montjuïc	1.200
15	Alfons el Magnànim	600
16	Urgell	150
17	Viver Tres Pins - 2	225
18	Viver Tres Pins - 3	225
20	Lesseps	45
21	Parc La Maquinista	60
22	Parc Central Poblenou	60
25	Torre llobeta	60
26	Estatut	1.000
28	Rambla Brasil	33
	Hidrant Selva de Mar	30
	Diagonal Mar	412
	La Mina Sudest Besòs	85
	Dipòsit Muntaner	275
	Jardí Botànic	600
	Coberta de Sants	120
	Ciutadella-1	30
	Ciutadella-2	30
TOTAL		10.936

Taula 35. Consum estimat de RHA per al manteniment dels dipòsits d'acumulació existents.

Pel que fa a la demanda futura, cal tenir en compte el consum estimat en concepte de neteja i desinfecció dels dipòsits d'aigües freàtiques planificats. A la Taula 36 s'adjunta un llistat dels dipòsits planificats i del seu volum. Es considerarà igualment que el consum anual per aquest concepte correspon al volum previst dels dipòsits.

NOM DIPÒSIT	Volum (m3)
Can Batlló	1000
Pg. Santa Coloma	500
Prim	1000
Sagrera	2000
Vallcarca	700
Pg. Sant Joan	200
Baró de Viver	200
Barceloneta	30
Parc Trinitat	30
Bac de Roda	600
Bellesguard	1400
Can Sentmenat	30
Parc de l'Oreneta	30
Foc - 1	150
Foc - 2	500
Joan Brossa	500
Ampliació Viver Baix	600
Ciutadella-Circumvalació	2000
Plaça Mons	30
sagrera-AVE	1500
Meridiana	30
Glòries	1500
Parc Guinardó	150
Motors	1200
Collserola	2000
TOTAL	17.880

Taula 36. Consum estimat d'aigua freàtica per al manteniment dels dipòsits d'acumulació planificats.

8.1.7. Reg de camps esportius públics

El consum total d'aigua per al reg de camps esportius públics de la ciutat de Barcelona és un consum no menyspreable, que s'ha de tenir en compte en el desenvolupament del Pla. En els darrers anys s'han connectat a la xarxa d'aigua freàtica algunes instal·lacions esportives situades en la proximitat d'algun dels sistemes en funcionament. A la Taula 37 es detallen els consums d'aigua freàtica anuals de les instal·lacions actualment connectades a la xarxa d'aigües freàtiques.

CAMPS D'ESPORTS PÚBLICS	CONSUM 2016 (m³/any)
Estadi Olímpic Lluís Companys	4.248
Camp de Beisbol Pérez Rozas	8.153
Complex Pau Negre	8.205
Camp Hockey Pau Negre	5.133
TOTAL	25.739

Taula 37. Llistat dels consums dels camps esportius actualment regats amb aigua freàtica

A la Taula 38 es llisten les instal·lacions esportives municipals que actualment consumeixen aigua potable per al reg. Comprenen camps de futbol, de tennis, pistes d'atletisme i d'altres esports (golf, rugbi, etc.). En aquesta taula s'indica la superfície regable de cadascuna, i el consum previst, en m³/any. El consum s'ha calculat segons les ràtios per al reg facilitades per l'Institut Barcelona Esports:

- Camps de gespa natural: 2,86 l/m²/dia
- Camps de gespa artificial: 0,23 l/m²/dia
- Pistes de sauló o terra: 0,08 l/m²/dia
- Pistes de terra batuda: 7,30 l/m²/dia

DISTRICTE	NOM CENTRE	Superfície	consum
1	Camp Municipal de Futbol Parc de la Catalana	4.560	390
2	Instal·lacions Esportives de l'Escola Industrial	4.560	390
2	Complex Esportiu Municipal Fort Pienc	4.560	390
3	Complex Esportiu Municipal Pau Negre-Parc del Migdia	6.300	539
3	Pistes Municipals de Tennis Montjuïc	1.448	2.150
3	Camp Municipal de Rugbi La Foixarda	9.800	838
3	Camp Municipal de Softbol	4.595	393
3	Escola Municipal d'Hípica La Foixarda	3.500	299
3	Estadi Municipal d'Atletisme Joan Serrahima	7.015	600
3	Camp Municipal d'Agility	2.500	214
3	Camp Municipal de Futbol la Satàlia	4.560	390
3	Camp Municipal de Futbol Julià de Campany	6.615	6.899
3	Camp Municipal de Futbol Ibèria	4.560	390
3	Complex Esportiu Municipal La Bàscula	6.615	566
4	Complex Esportiu Municipal Aristides Maillol	4.560	390
5	Centre Esportiu Municipal Can Caralleu	4.929	421
5	pistes de tennis Can Caralleu	2.160	5.755
5	Camp Municipal de Futbol Vallvidrera	4.560	390
6	Camp Municipal de Futbol Nou Sardenya (Europa)	6.615	566
6	Camp Municipal de Futbol l'Àliga	6.615	566
7	Velòdrom Municipal d'Horta	1.550	1.194
7	Centre Esportiu Municipal Guinardó	7.895	675
7	Centre Esportiu Municipal Horta	6.784	580
7	Centre Municipal de Tennis Vall d'Hebron - pistes terra	1.448	124
7	Tennis vall d'Hebron - pistes sintètiques	648	55
7	Camp Municipal de Futbol Sant Genís	6.615	566
7	Camps Municipals de Rugbi i Futbol Teixonera Vall	18.937	1.619
7	Camp Municipal de Futbol Carmel	4.560	390
7	Camp d'atletisme Can Dragó	6.615	566
7	Pitch and Putt Can Dragó	8.500	8.864
8	Camp Municipal de Futbol Canyelles	4.560	390
8	Camp Municipal de Futbol Torrent del Bosc	6.615	566
8	Camp Municipal de Futbol Turó de la Peira	4.560	390
8	Camp Municipal de Futbol Nou Barris	4.560	390
8	Complex Esportiu Municipal Guineueta	4.560	390

DISTRICTE	NOM CENTRE	Superfície regable (m²)	consum previst (m³/any)
8	Camp Municipal de Futbol Porta	6.615	566
8	Camp Municipal de Futbol Vallbona	6.615	566
9	Centre Esportiu Municipal Bon Pastor	5.100	436
9	Camp Municipal de Futbol Trinitat Vella	8.560	732
9	Camp Municipal de Futbol Nou Bon Pastor	10.615	908
9	Camp Municipal de Futbol Narcís Sala	6.615	566
10	Centre Esportiu Municipal Júpiter	6.355	543
10	Complex Esportiu Municipal Mar Bella	7.015	7.800
10	Complex Esportiu Municipal Clot de la Mel	4.560	390
10	Camp Municipal de Futbol Maresme	6.615	566
10	Camp Municipal de Futbol Júpiter	4.560	390
10	Camp Municipal de Futbol Bogatell	6.615	566
10	Camp Municipal de Futbol Menorca	4.560	390
10	Camp Municipal de Futbol Sant Martí de Provençals	4.560	390
10	Camp Municipal de Futbol Poble Nou - Agapito	6.615	566
10	Complex Esportiu Municipal Olímpia	6.615	566
TOTAL			55.232

Taula 38. Llistat dels consums estimats dels camps esportius actualment regats amb aigua potable

A partir de les dades exposades en les taules anteriors, s'obté que la demanda total per al reg de camps esportius municipals és de **80.971 m³/any**.

En qualsevol cas, es consideraran de cara al desenvolupament de la xarxa d'aigua freàtica aquelles instal·lacions en les quals el seu consum anual sigui significatiu (més de 1.000 m³/any).

8.1.8. Ompliment de piscines municipals

L'ompliment de les piscines municipals actualment es realitza amb aigua potable en la seva totalitat, exceptuant la piscina de la Torre de les Aigües, que és la única que s'abasteix amb aigua freàtica. Cal destacar però, que en l'època de bany l'aigua freàtica que s'utilitza pel seu ompliment rep un tractament previ amb clor. Aquesta instal·lació està inclosa dins la categoria de fonts ornamentals.

En qualsevol cas, l'aigua freàtica que s'utilitzi en el futur per a l'ompliment de piscines municipals haurà de complir tots els requeriments de qualitat establerts per la normativa vigent per a piscines, i sempre en conformitat amb l'Agència de salut Pública de Barcelona, tal com s'indica al capítol 8.2. del present document.

A la Taula 39 es llisten les piscines públiques municipals de la ciutat, el seu volum i el seu consum anual estimat, a partir de les dades facilitades per l'Institut Barcelona Esports. El consum anual estimat és de **909.770 m³/any**.

DISTRICTE	NOM CENTRE	Volum (m³)	consum estimat (m³/any)
1	Centre Esportiu Municipal Parc de la Ciutadella	332	3.287
1	Centre Esportiu Municipal Can Ricart	1337,5	13.241
1	Centre Esportiu Municipal Colom	280	5.432
1	Centre Esportiu Municipal Sant Sebastià	2625	25.988
1	Centre Esportiu Municipal Marítim	919	9.098
2	Centre Esportiu Municipal Joan Miró	420	4.158
2	Centre Esportiu Municipal Estació Del Nord	500	4.950
2	Centre Esportiu Municipal Aiguajoc Borrell	448	4.435
2	Centre Esportiu Piscina Sant Jordi	10000	99.000
2	Centre Esportiu Municipal Sagrada Família	1364	13.504
3	Centre Esportiu Municipal Piscines Bernat Picornell	8750	86.625
3	Piscina Municipal de Montjuïc	3825	37.868
3	Centre Esportiu Municipal La Bordeta	3450	9.222
3	Centre Esportiu Municipal l'Espanya Industrial	11310	111.969
4	Centre Esportiu Municipal Les Corts	4219	41.768
5	Centre Esportiu Municipal Can Caralleu	3115	30.839
5	Centre Esportiu Municipal Putxet	1796	17.780
6	Centre Esportiu Municipal Claror	1427	14.127
6	Centre Esportiu Municipal Perill	760	7.524
6	Centre Esportiu Municipal Can Toda	1420	34.364
6	Centre Esportiu Municipal Sardanya	972	9.623
7	Centre Esportiu Municipal Carmel	2148	7.360
7	Centre Esportiu Municipal Olímpics Vall d'Hebron	550	5.445
7	Piscina Municipal de La Clota	520	5.148
7	Centre Esportiu Municipal Mundet	2745	27.176
7	Centre Esportiu Municipal Guinardó	1662	16.454
7	Centre Esportiu Municipal Horta	3000	29.700
7	Centre Municipal de Tennis Vall d'Hebron	150	1.485
8	Centre Esportiu Municipal Can Dragó	4100	40.590
8	Centre Esportiu Municipal Can Cuyàs	625	12.489
8	Centre Esportiu Municipal Artesania	709	11.581
8	Centre Esportiu Municipal Cotxeres Borbó	1958	19.384
9	Centre Esportiu Municipal Bon Pastor	562	5.564
9	Centre Esportiu Municipal Sant Andreu	919	4.398
9	Centre Esportiu Municipal La Sagrera	450	4.455
9	Centre Esportiu Municipal Trinitat Vella	385	13.876
10	Centre Esportiu Municipal Júpiter	2389	23.651
10	Centre Esportiu Municipal Can Felipa	1808	17.899
10	Centre Esportiu Municipal Bac De Roda	1906	18.869
10	Centre Esportiu Municipal Vintró "Joan Alentorn"	1669	16.523
10	Centre Esportiu Municipal Nova Icària	814	8.059
10	Centre Esportiu Municipal Maresme	2735	22.488
10	Centre Esportiu Municipal La Verneda	1250	12.375
TOTAL		92.324	909.770

Taula 39. Llistat dels consums estimats de les piscines municipals

8.1.9. Parcs de bombers municipals

Segons informació facilitada pel Servei de Prevenció, Extinció d'Incendis i Salvament de l'Ajuntament de Barcelona, el consum d'aigua en els parcs de bombers correspon a usos d'aigua potable i sanitària. Per a la neteja dels vehicles, eines, pràctiques i ompliment de camions utilitzen els hidrants situats a la via pública. L'hydrant utilitzat en cada cas varia en funció del recorregut dels vehicles, per tant el consum d'aigua per als bombers no es pot centralitzar ni ubicar de manera estàtica.

Actualment bombers utilitzen únicament l'hydrant d'aigua freàtica del parc de Joan Miró, amb un consum mig de **51 m³/any**. Al castell de Montjuïc hi ha un hydrant per a bombers, però actualment no s'utilitza (no té consum).

Donat que el consum estimat per a Bombers és poc significatiu respecte del consum previst per a la resta d'usuaris, en el nou Pla es tindrà en compte la possibilitat d'incloure en el desenvolupament de la xarxa la col·locació d'hydrants d'aigua freàtica en la proximitat dels parcs de bombers, sempre i quan sigui viable tècnica i econòmicament (aprofitant el desplegament de la xarxa per a altres usos). A la Taula 40 es llisten els parcs de bombers existents i la seva ubicació.

NOM PARC	ADREÇA
SANT ANDREU	Av. Rio de Janeiro 68-72
LLEVANT	Carrer Castella 6-16
ZONA FRANCA	Carrer 60 8-10 Zona Franca
VALL D'HEBRON	Carrer Coll i Alentorn 5
MONTJUÏC	Pg. Josep Carner 48
EIXAMPLE	C/ Aragó, 2
VALLVIDRERA	Crtra. de Vallvidrera 43-53

Taula 40. Parcs de bombers municipals

8.1.10. Horts urbans

A la Taula 41 s'adjunta el llistat dels horts urbans que estan en explotació, on s'indica la superfície i el consum anual. Donat que no es disposa de dades de consum de tots els horts urbans, ja que no tots tenen comptador segregat per a l'hort, a partir de les dades disponibles s'ha realitzat una estimació de consum per als horts urbans en funció de la seva superfície. El mateix criteri s'ha aplicat per a estimar el consum dels horts que actualment es troben en construcció, projectats o bé planificats a curt termini i dels quals es coneix la seva superfície i ubicació.

CODI	EQUIPAMENT	superfície (m²)	consum (m³/any)
HU1	Hort Urbà Masia Can Mestres	1.590	7.419
HU2	Hort Urbà de Pedralbes	475	410
HU3	Hort Urbà Masia Can Soler	960	429
HU4	Hort Urbà Baró de Viver	1.020	921
HU5	Hort Urbà Parc de la Trinitat	2.205	3.460
HU6	Hort Urbà Sagrada Família	500	554
HU7	La Casa de l'Aigua-Hort Urbà	600	942
HU8	Hort Urbà Masia Can Cadena	780	2.184
HU9	Hort Urbà de Can Peguera	210	330
HU10	Hort Urbà Can Pujades	500	749
HU11	Hort Urbà de Sant Pau del Camp	180	282
HU12	Hort Urbà Torre Melina	930	1.460
HU13	Hort Urbà Collserola	300	1.010
HU14	Hort Urbà de l'Avi	300	471
	TOTAL	10.550	20.621

Taula 41. Llistat dels consums dels horts urbans

De la taula anterior, destaquem els horts marcats en color lila, que es reguen o bé tenen mitjans per a regar-se amb recursos hídrics alternatius. Aquests són:

- Hort de Can Cadena: actualment es rega amb aigua freàtica. El seu consum és de 2.184 m³/any, segons dades de 2016, tal com s'indica a la Taula 42.
- Hort de la Masia Can Soler: Actualment el reg es realitza amb aigua provinent de la mina de can Soler, que s'emmagatzema a la bassa existent, però no disposa de comptador, per tant es desconeix el seu consum real. S'ha fet una estimació a partir de les dades de la resta dels horts existents.
- Hort de la Masia Can Mestres: Aquest hort disposa d'un pou i d'una bassa d'acumulació, per a poder regar-se amb aigua freàtica, però actualment està en desús i es rega amb aigua potable.

Actualment es desconeix la previsió d'implantació de noves superfícies destinades a horts urbans a la ciutat de certa entitat, que pugui ser considerats per al reg amb aigües freàtiques. Per tant en el present Pla es treballarà amb les demandes dels horts actualment en funcionament.

8.1.11. Altres equipaments

En aquesta categoria s'inclouen tots aquells altres equipaments, gestionats per l'Ajuntament de Barcelona o d'altres entitats, que no es poden catalogar en cap categoria anterior, entre els quals es troben el Jardí Botànic, el Fòrum, el Museu del Disseny, etc. A la Taula 42 es llisten els equipaments municipals que actualment estan connectats a la xarxa d'aigua freàtica, i el seu consum anual mig.

EQUIPAMENT	CONSUM (m³/any)
Fòrum	27.821
Altres consums	45.875
Mercat dels Encants	3.821
Museu Disseny	1.659
TOTAL	79.174

Taula 42. Altres equipaments municipals actualment servits amb freàtic

En la fase de redacció del present Pla s'ha realitzat una ronda de consultes amb diferents gestors municipals, amb l'objectiu d'estimar els equipaments en els quals es poden identificar usos que actualment es realitzen amb aigua potable i que es podrien realitzar amb recursos hídrics alternatius. Aquests equipaments es llisten a la Taula 43.

EQUIPAMENT	CONSUM (m³/any)
Zoo Ciutadella	150.000
Estació del Nord	5.000
TOTAL	155.000

Taula 43. Altres equipaments municipals susceptibles de ser abastits amb freàtic

A la Taula 44 es llisten els equipaments no municipals que actualment estan connectats a la xarxa d'aigua freàtica, i el seu consum anual mig.

EQUIPAMENT	CONSUM (m³/any)
La Mina-sudest Besòs	830
Parc Nord - Fòrum 2004-Nord. (sant Adrià)	25.376
Jardí Botànic	13.725
Antic Jardí Botànic	4.874
TOTAL	44.805

Taula 44. Altres equipaments no municipals actualment servits amb freàtic

Cal tenir en compte també en l'anàlisi de la demanda potencial de recursos hídrics alternatius les instal·lacions de rentat de vehicles del transport públic, que es llisten a la Taula 45, i que s'estimen en **40.000 m³/any** (dades extretes del Pla de Sostenibilitat de TMB).

A la Taula 46 es llisten els consums potencials planificats a les futures instal·lacions de l'AVE a La Sagrera, que suposen una demanda futura de **120.888 m³/any** (segons les dades extretes dels projectes).

EQUIPAMENT		CONSUM (m³/any)
AE12	Cotxera metro Triangle Ferroviari	4.500
AE13	Cotxera Bus El triangle Ferroviari	4.500
AE17	Cotxera Bus Zona Franca	4.500
AE18	Cotxera Bus Horta	4.500
AE19	Cotxera metro Vilapicina	4.500
AE20	Cotxera metro Roquetes	4.000
AE21	Cotxera metro Vall d'Hebron	4.500
AE22	Cotxera metro Sagrera	4.500
AE23	Cotxera metro Sant Genís	4.500
TOTAL		40.000

Taula 45. Altres consums potencials actualment abastits amb potable

EQUIPAMENT		CONSUM (m³/any)
AE9	Taller 1	31.536
AE10	Taller 2	31.536
AE11	Rentat de trens	15.768
AE12	Cotxera metro Triangle Ferroviari	4.500
AE13	Cotxera bus Triangle Ferroviari	4.500
AE14	Estació AVE	15.768
AE16	Cotxeres Prim	15.768
TOTAL		120.888

Taula 46. Altres consums futurs potencials a la zona Sagrera-AVE

8.1.12. Sectors Industrials

A banda de les demandes analitzades anteriorment, susceptibles totes elles de ser abastides amb aigües freàtiques, o bé amb altres recursos hídrics alternatius, com ara les aigües pluvials, o les aigües grises (aplicable en equipaments municipals), cal tenir en compte una demanda potencial molt important, que són els sectors industrials de la Zona Franca. La demanda potencial estimada de les indústries de la Zona Franca, la ZAL i el Port de Barcelona (segons les dades utilitzades per al dimensionament de la canonada del sistema d'aigua regenerada existent que prové de la EDAR d'El Prat) que es podrien abastir amb aigua regenerada és de **2.200.000 m³/any**.

En qualsevol cas, cal fer dues consideracions relatives als consums industrials:

- Les demandes d'aigua manifestades pels consumidors industrials superen els seus actuals consums d'aigua potable, ja que una part significativa dels seus consums actuals provenen de pous propis que arribat el cas deixarien d'utilitzar (el qual contribuiria a la lluita contra la intrusió salina d'una manera més directa i racional que no pas realitzant recàrregues amb aigua osmotitzada).

- Aquests consums inclús podrien ser superiors en funció del número d'usuaris privats que realment decidissin apostar per l'aigua regenerada, el qual dependrà òbviament del preu i de les condicions (pressió i garantia) de subministrament d'aquest recurs. Si no s'augmenta la capacitat de generació, és obvi que el subministrament d'aquestes noves demandes hauria de venir d'una redistribució de les quantitats actualment subministrades als altres usos.

8.1.13. Resum de la quantificació de la demanda

Les demandes actuals i potencials de recursos hídrics alternatius dels diferents serveis i equipaments de la ciutat exposades en els capítols anteriors es resumeixen a la taula 47, expressades en hm³/any.

Els consums considerats inclouen les demandes municipals i no municipals, classificats segons els conceptes següents:

- Demanda actual:** correspon als consums actuals que ja estan servits amb recursos hídrics alternatius.
- Demanda potencial:** correspon als consums actuals, actualment servits amb aigua potable, però que podrien potencialment ser servits amb recursos hídrics alternatius. En aquesta categoria s'ha inclòs la demanda potencial d'aigua regenerada per a usos industrials de la Zona Franca, estimada en 2,2 hm³/any.
- Demanda futura planificada:** correspon als consums futurs planificats, vinculats a noves actuacions urbanístiques a la ciutat, que ara mateix no existeixen i per tant no generen cap consum, però que podrien potencialment ser servits amb recursos alternatius. Les demandes futures planificades de les quals no es tenen dades en la fase de redacció del Pla, s'han estimat en un 10% de la suma de les demandes actuals.

S'han exclòs d'aquesta taula els consums corresponents a usos que no requereixen la qualitat de l'aigua potable en l'interior dels edificis municipals (reg d'espais interiors, compliment de cisternes dels WC, neteja, etc.).

DEMANDES (hm³/any)			DEMANDA ACTUAL		DEMANDA POTENCIAL (ACTUALMENT POTABLE)		SUMA DEMANDES ACTUALS		DEMANDA FUTURA PLANIFICADA		DEMANDA TOTAL MÀXIMA	
MUNICIPALS	Parcs i jardins	Medi Ambient	0,466	1,219	2,062	2,510	2,528	3,729	0,253	0,685	2,781	4,41
	Horts Urbans		0,0026		0,018		0,0206		0,021		0,042	
	Fonts i llacs ornamentals		0,315		0,343		0,658		0,034		0,692	
	Neteja urbana		0,338		0,086		0,424		0,198		0,622	
	Neteja dipòsits i xarxa clavegueram		0,097		0,001		0,098		0,179		0,277	
	Instal·lacions esportives	Altres	0,025	0,104	0,055	1,120	0,08	1,224	0,008	0,0505	0,088	1,27
	Piscines municipals		0		0,91		0,91		0,01		0,920	
	Parcs de bombers		5E-05		0,0004		0,00045		0,0005		0,001	
	Altres equipaments municipals		0,079		0,155		0,234		0,032		0,266	
	SUBTOTAL MUNICIPAL		1,32		3,63		4,95		0,74		5,69	
NO MUNICIPALS	Reg d'Espais Verds		0,020		-		0,020		-		0,02	
	Forum Sant Adrià		0,026		-		0,026		-		0,03	
	Altres equipaments		0		0,04		0,04		0,121		0,16	
	Indústries Zona Franca		0		2,2		2,2		-		2,20	
	SUBTOTAL NO MUNICIPAL		0,046		2,24		2,286		0,121		2,41	
DEMANDA TOTAL MÀXIMA			1,37		5,87		7,24		0,86		8,10	

Taula 47. Taula resum de les demandes actuals i potencials de RHA.

A la vista de les dades exposades a la taula anterior, que corresponen al sumatori de les demandes d'aigua que poden ser cobertes amb Recursos Hídrics Alternatius (RHA) dels diferents serveis i equipaments municipals i no municipals de la ciutat, es pot concloure que l'horitzó a dia d'avui **de la demanda actual i futura de RHA és de 8,10 hm³/any.**

Actualment es subministren **1,35 hm³/any** d'aigua del subsòl, per cobrir una part de les demandes actuals dels serveis municipals i equipaments públics de la ciutat.

La demanda total de RHA dels serveis i equipaments municipals de la ciutat s'estima en **5,69 hm³/any**. Per a poder satisfer-la amb recursos hídrics alternatius, caldria quadruplicar el volum subministrat actualment.

8.2. REQUERIMENTS QUALITATIUS DE LA DEMANDA

8.2.1. Generalitats

Els usos que es contemplen dins de l'àmbit del Pla s'han agrupat en les següents tipologies a efectes d'anàlisi dels seus requeriments de qualitat:

- Reg d'espais verds (parcs i jardins, camps esportius i altres)
- Reg d'horts urbans
- Neteja urbana: hidrants per neteja (viària o del clavegueram) o per incendis, així com boques de baldeig, o ompliment de cubes als parcs de bombers
- Neteja de dipòsits reguladors del clavegueram
- Fonts i llacs ornamentals
- Instal·lacions de rentat de vehicles (cotxeres TMB, trens, vaixells Port, magatzems municipals, etc.)
- Ompliment piscines
- Interior edificis: cisternes WC
- Recàrrega de l'aqüífer

L'ús que es doni al recurs hídric determinarà els requisits en quant a qualitat fisicoquímica i microbiològica que s'han de complir. Dit d'un altra manera, la idoneïtat d'una aigua per un ús concret vindrà determinada per la seva qualitat sanitària i fisicoquímica.

Els paràmetres fisicoquímics donen una informació extensa de la composició química de l'aigua i de les seves propietats físiques, però no aporten informació de la presència biològica a l'aigua, per aquesta raó cal combinar el control d'aquests paràmetres conjuntament amb el control de diferents paràmetres biològics que donen informació de la qualitat sanitària de l'aigua de consum.

8.2.2. Qualitat Sanitària i Biològica

En tots els usos actualment vigents existeixen possibles vies de contacte directe o indirecte amb l'aigua. Per aquest motiu cal assegurar la seva qualitat sanitària i evitar riscos als treballadors o al públic en general.

No hi ha un cos normatiu que sigui aplicable estrictament als usos que són objecte del Pla i pels múltiples orígens de l'aigua possibles. En aquest sentit, i tal i com s'ha comentat al capítol 7 del Pla (Marc Legal), la millor referència disponible és el Reial Decret 1620/2007, de 7 de desembre, pel que s'estableixen el règim jurídic de la reutilització de les aigües depurades. Aquesta normativa és d'aplicació estrictament a les aigües residuals depurades i posteriorment regenerades. Però com que pels altres recursos alternatius considerats dins l'àmbit d'aquest Pla no existeix una norma d'obligat compliment a aplicar, es considera raonable extrapolar les consideracions del RD a aquests altres orígens. Això es fa en el benentès que en realitat el RD incideix bàsicament sobre l'ús posterior de l'aigua, no essent determinant l'origen del recurs hídric, ja que els condicionants de qualitat de l'aigua per usos estan enfocats a l'aigua producte.

En realitat, les aigües freàtiques, per exemple, tenen una càrrega contaminant associada molt menor que les aigües residuals regenerades, i per tant, si no es produeix una contaminació de la mateixa al llarg del procés d'emmagatzematge i distribució, el risc associat a la seva reutilització es considera menor. Però en qualsevol cas, en utilitzar una aigua no potable per usos urbans, és necessari contemplar un control analític adequat per a garantir la qualitat sanitària. Aquest control analític contempla, habitualment, un control microbiològic bàsic i de legionel·losi. En cas de realitzar tractaments de desinfecció de l'aigua per cloració, també es recomana fer un control del clor lliure residual.

Cal tenir especial cura en el cas de la legionel·la i es recomana utilitzar les guies tècniques realitzades posteriorment al RD 865/2003 on s'estableixen els criteris tècnics per donar compliment al mateix, ja que aquestes, a més d'ampliar els annexos del RD, desenvolupen nous protocols per totes les instal·lacions que poden ser susceptibles a la proliferació i propagació de la legionel·la.

A l'Annex 4 "Requeriments de qualitat en funció de l'ús del recurs" es recullen el RD 1620/2007 i el RD 865/2003, així com diferents guies tècniques i normes UNE que fan referència a la qualitat de l'aigua en funció del seu ús. Les recomanacions d'aquests reglaments, guies i estudis per als diferents usos establerts en el present Pla es resumeixen a la taula 51 del present capítol.

Dins de la qualitat biològica també s'inclouen els bioindicadors, que són una mesura de l'estat ecològic de l'aigua. Per als usos definits al Pla hi ha diversos bioindicadors que donen informació directa, com poden ser l'analítica d'algues, la determinació de cianobacteris, diatomees, macròfits, macro invertebrats, amfibis, peixos i espècies al·lòctones. A la Taula 48 es recullen els paràmetres biològics recomanats per a valorar la qualitat microbiològica de l'aigua.

BIOLÒGICS	Indicadors biològics	Legionel·la ssp
		Escherichia Coli
		Nematodes intestinals
		Microorganismes aerobis
		Clostridium sulfitoreductors
		Enterococs intestinals
		Bioindicadors: algues, cianobacteris...

Taula 48. Proposta de paràmetres biològics a valorar en l'anàlisi de la qualitat de l'aigua

8.2.3. Qualitat Fisicoquímica

Alguns dels usos previstos en el present Pla comporten exigències de qualitat fisicoquímica de l'aigua a tenir en compte com a requeriment de la demanda.

Els paràmetres fisicoquímics són d'especial interès en usos com el reg o fonts, per valorar possibles problemes de manteniment de les instal·lacions i donant informació complementària important per a determinar l'estat ecològic de les fonts.

A més, aquests paràmetres donen informació de la qualitat de l'aigua de l'aqüífer i poden ser indicadors de possible contaminació.

Els paràmetres fisicoquímics que s'han considerat rellevants pels usos descrits en el present Pla són els següents:

- Indicators de sòlids: els sòlids representen una de les característiques físiques més importants de l'aigua. L'anàlisi de sòlids en suspensió i terbolesa són bons indicadors de la presència de contaminació general a l'aigua, degut a que la majoria de contaminants es troben associats als sediments, especialment a les partícules més fines.
- Indicators de salinitat: conductivitat, cations i anions de calci, magnesi, sodi, carbonat, bicarbonat, clorurs i sulfats, són paràmetres indicadors de la salinitat de l'aigua utilitzada juntament amb la Relació d'Absorció de Sodi (RAS), la duresa i l'índex de Langelier. S'ha de tenir en compte que a mesura que augmenta la salinitat, augmenta la possibilitat de contaminació del sòl i la possibilitat de crear problemes fitotòxics sobre les plantacions. També són paràmetres importants per a determinar possibles problemes de manteniment en infraestructures de reg, fonts i llacs.
- Metalls i metal·loides: la presència de metalls poden ser indicatius, per exemple, de contaminació d'origen industrial o contaminació difusa per tràfic rodat. Cal dir que concentracions no molt elevades d'alguns metalls ja poden donar problemes de toxicitat per l'ús de l'aigua per reg.
- Nutrients: la concentració de nutrients com el nitrogen i el fòsfor, també és determinant per a segons quins usos, com els de reg d'espais verds o horts urbans.
- Altres:
 - El pH cal controlar-lo degut a que és un paràmetre indicador de com poden evolucionar molts paràmetres, com per exemple el fòsfor i els metalls que en cas de disminució d'aquest pot fer precipitar compostos insolubles. El pH també té relació en l'equilibri químic de l'amoni i amoníac que poden arribar a ser tòxics pel medi.
 - El clor lliure cal analitzar-lo en cas de disposar de tractament de clor en continu.
 - L'oxigen dissolt és un paràmetre important pels ecosistemes aquàtics. Una concentració elevada sol anar lligat amb un entorn estable.

S'aconsella l'anàlisi d'uns paràmetres mínims per tal d'avaluar la qualitat de l'aigua, tenint en compte la procedència d'aquesta aigua i els requeriments finals d'ús. A la taula següent es recull la proposta de paràmetres fisicoquímics a analitzar per valorar la qualitat de l'aigua.

FISICOQUÍMICS	Indicadors de sòlids	Sòlids en suspensió
		Terbolesa
	Indicadors salinitat	Conductivitat
		Calci
		Magnesi
		Sodi
		Carbonat
		Bicarbonat
		Clorurs
		Sulfats
		RAS
		Índex Langelier
	Nutrients	Fòsfor Total
		Nitrats
		Nitrits
	Metalls i semimetalls	Arseni
		Beril·li
		Bor
		Cadmi
		Cobalt
		Coure
		Crom
		Manganés
		Molibdè
		Seleni
		Vanadi
	Altres	pH
		oxigen dissolts
		Clor lliure

Taula 49. Proposta de paràmetres fisicoquímics a valorar en l'anàlisi de la qualitat de l'aigua

8.2.4. Valors recomanats pels diferents usos

L'elecció dels paràmetres a analitzar es determina majoritàriament en funció de l'ús de l'aigua. Així, a partir de la recerca bibliogràfica de normativa, guies i articles, especificada a l'Annex 4, "Requeriments de qualitat en funció de l'ús del recurs", es desenvolupa la següent taula de valors recomanats per als paràmetres especificats com a control mínim de la qualitat del recurs de la demanda.

PARÀMETRES			USOS POSSIBLES										
			Reg d'espais verds (parcs, jardins, camps esportius i altres)	Reg d'horts urbans	Neteja urbana	Hidrants per compliment de cubes als parcs de bombers	Neteja de dipòsits i xarxa de clavegueram	Fonts i llacs ornamentals	Instal·lacions rentat de vehicles, neteja vaixells Port, etc.	Ompliment de piscines públiques ⁽²⁾	Equipaments i edificis: cisternes WC, neteja ⁽³⁾	Usos Industrials	Usos mediambientals (recarrega d'aquífers)
BIOLÒGICS	Indicadors biològics	Legionella ssp (UFC/L) ⁽¹⁾	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	
		Escherichia Coli (UFC/100ml)	0 - 100 - 200 - 1000 ⁽⁴⁾	100	0-200 ⁽⁴⁾	0-200 ⁽⁴⁾	10.000	200	10.000	0	0-200 ⁽⁴⁾	10.000	0 - 1000 ⁽⁴⁾
		Nematodes intestinals (huevos/10L)	1	1	1	1	1		1		1	1	1
		Micoorganismes aerobis (UFC/100ml)						<100000					
		Clostridium sulfitoreductors (UFC/100ml)						10					
		Enterococs intestinals (UFC/100ml)						100					
		Bioindicadors: algues, cianobacteris... (ind/ml)						20000					
FISICOQUÍMICS	Indicadors de sòlids	Sòlids en suspensió (mg/l)	20-35 ⁽⁴⁾	20	20	20	35	20	35		10 - 20 ⁽⁴⁾	35	35
		Terbolesa (UNT)	10	10	20	10	15	5	15	5	2 - 10 ⁽⁴⁾	15	2
	Indicadors salinitat	Conductivitat (µS/cm ⁻¹ 20°C)	3000	3000				3000					
		Calci (mg/l)	0-400 ⁽⁵⁾										
		Magnesi (mg/l)	0-60 ⁽⁵⁾										
		Sodi (mg/l)	0-900 ⁽⁵⁾										
		Carbonat (mg/l)	0-3 ⁽⁵⁾										
		Bicarbonato (mg/l)	0-600 ⁽⁵⁾										
		Clorurs (mg/l)	0-1100 ⁽⁵⁾										
		Sulfats (mg/l)	0-1000 ⁽⁵⁾										
		RAS (meq/l)	0 - 15 ⁽⁵⁾	6									
		Índex Langelier ⁽⁶⁾	+/- 0,5	+/- 0,5	+/- 0,5	+/- 0,5	+/- 0,5	+/- 0,5	+/- 0,5	+/- 0,3	+/- 0,5	+/- 0,5	+/- 0,5
	Nutrients	Fòsfor Total (mg/l)	< 2	<2									
		Nitrats (mg/l)						5 - 20					
		Nitrits (mg/l)						0,3 - 1					
	Metalls i semimetalls	Arserni (mg/l)	0,1	0,1									
		Beril·li (mg/l)	0,1	0,1									
		Bor (mg/l)	0,5 - 2 ⁽⁵⁾	0,5									
		Cadmi (mg/l)	0,01	0,01									
		Cobalt (mg/l)	0,05	0,05									
		Coure (mg/l)	0,2	0,2									
		Crom (mg/l)	0,1	0,1									
		Manganés (mg/l)	0,2	0,2									
		Molibdè (mg/l)	0,01	0,01									
		Niquel (mg/l)	0,2	0,2									
		Seleni (mg/l)	0,02	0,02									
		Vanadi (mg/l)	0,1	0,1									
		pH (pH) ⁽⁷⁾	6,5 - 8,4		6,5 - 8,4	6,5 - 8,4	6,5 - 8,4	8	6,5 - 8,4	7,2 - 8,0	7 - 8	6,5 - 8,4	
	Altres	oxigen dissolts (mg/l)						4 - <7 ⁽⁸⁾					
		Clor lliure (mg/l) ⁽⁷⁾	1 - 4		1 - 4	1 - 4	1 - 4	1 - 4	1 - 4	0,5 - 2	0,5 - 2	1 - 4	

Valors extrets de normatives

Valors extrets de guies/estudis

(1) Valors extrets del RD 865/2003 i les guies tècniques que estableixen els criteris higienics-sanitaris per la prevenció i control de la legionel·la

(2) Per aquest ús s'ha aplicat els criteris marcats al RD/742/2013, pel qual s'estableixen els criteris tecnocasanitaris de les piscines

(3) Es considera que en la majoria dels casos el recurs hídric alternatiu que es farà servir per aquest ús és el d'aigües grises

(4) Valors extrets del RD 1620/2007, pel que s'estableix el règim jurídic de la reutilització d'aigües depurades, on s'especifiquen diferents rangs per diferents usos de reg.

(5) Rangs que estableix la NTJ 17R, Guia tècnica de Utilització d'aigües regenerades i d'altres recursos hídrics no potables per al reg en jardineria

(6) Valors recomanats per no tenir problemes a les instal·lacions a nivell d'incrustacions

(7) Tots els valors de pH i Clor lliure especificats entre rangs, són els recomanats en cas de existir sistema de desinfecció

(8) Límit mínim i màxim , per tal d'assegurar la supervivència de la fauna aquàtica

Taula 50. Valors recomanats per als paràmetres fisicoquímics i microbiològics de l'aigua en funció dels diferents usos contemplats en el Pla .

9. ANÀLISI CREUAT DE L'ORIGEN I ELS USOS DEL RECURS HÍDRIC

En el present capítol es realitza el balanç de recursos hídrics alternatius disponibles i de demandes actuals i potencials d'aquests recursos, i s'estableix quins són els recursos aptes pels diferents usos que es contemplen en el Pla, a partir de l'anàlisi quantitatiu i qualitatiu dels recursos i demandes realitzat als capítols 7 i 8 del present document.

9.1. DETERMINACIÓ DELS USOS APTES EN FUNCIÓ DE L'ORIGEN DEL RECURS

En aquest apartat es defineixen, en base als requeriments de qualitat fixats per a cada ús, els diferents usos que es poden cobrir amb cadascun dels recursos hídrics alternatius disponibles a la ciutat.

9.1.1. Aigües del subsòl

Aquesta tipologia de recurs inclou les aigües extretes directament del subsòl mitjançant pous de captació, les aigües dels esgotaments subterranis, i les aigües de mines i surgències naturals. Aquestes aigües són aptes per als usos següents:

- Serveis urbans: reg de zones verdes, reg d'horts urbans, ompliment de fonts ornamentals, neteja viària, subministrament a parcs de neteja, neteja de la xarxa de clavegueram i de les seves instal·lacions, reg de camps esportius, subministrament a parcs de bombers i d'altres usos assimilables.
- Equipaments públics i usos residencials: reg de murs i cobertes verdes, reg de jardins i horts privats, ompliment de piscines, ompliment de cisternes dels WC, neteja de superfícies i d'altres usos assimilables.
- Usos industrials: neteja de vehicles, neteja de superfícies industrials, dipòsits d'emmagatzematge d'aigua contra incendis, altres processos industrials i d'altres usos assimilables.

Altres usos possibles no inclosos en el present Pla són:

- Alimentació en capçalera del sistema de potables, prèvia potabilització.
- Reg de conreus en explotacions agrícoles.

L'ajuntament de Barcelona ja ha implementat l'ús de l'aigua subterrània (principalment per a reg, neteja urbana i fonts ornamentals) des de fa molts anys. Per a satisfer altres usos, des del punt de vista de qualitat de l'aigua, caldria realitzar un anàlisi químic més detallat d'elements no majoritaris (com metalls pesants) i de contaminants emergents (pesticides, fàrmacs, entre d'altres) a tota la ciutat per tal de determinar el tractament més idoni.

L'aprofitament d'aquest recurs requereix sovint la realització d'algun o varis dels següents tractaments previs, en funció de la qualitat de l'aigua d'origen, que pot variar substancialment depenent de si es tracta d'aigua extreta directament del subsòl o bé d'aigua d'esgotaments subterranis. Els tractaments més habituals són:

- Filtració de sòlids i gruixos.
- Decantació de matèria en suspensió.

- Desinfecció (mitjançant cloració en continu).
- Descalcificació

9.1.2. Aigua regenerada

Els usos inclosos en l'àmbit del present Pla que es podrien cobrir amb l'aigua regenerada són els següents:

- Serveis urbans: reg de zones verdes (amb restriccions en cas que hi hagi aspersió), neteja viària, subministrament a parcs de neteja, neteja de la xarxa de clavegueram i de les seves instal·lacions, reg de camps esportius (amb les mateixes restriccions en cas que el reg es faci amb aspersió), i d'altres usos assimilables.
- Equipaments públics: reg de murs verds, cobertes verdes i jardins interiors (amb limitacions si el reg es fa per aspersió), parcs de bombers, ompliment de cisternes dels WC, neteja de superfícies i d'altres usos assimilables.
- Usos industrials (a excepció de la indústria alimentària): neteja de vehicles, neteja de superfícies industrials, dipòsits d'emmagatzematge d'aigua contra incendis, altres processos industrials i d'altres usos assimilables.

Cal destacar que, segons la normativa vigent, està **expressament prohibit** l'ús d'aquesta aigua per a l'ompliment de les **fonts i llacs ornamentals**.

Altres usos que es poden satisfer amb aigua regenerada, però que queden fora de l'àmbit del present Pla, són:

- Usos ambientals: manteniment de cabals ecològics dels rius, recàrrega d'aqüífers i d'altres usos assimilables.
- Subministrament a equipaments i edificis privats: inclouria el reg de jardins i camps esportius privats (sempre amb limitacions en el reg per aspersió), neteja de superfícies i ompliment de cisternes dels WC.
- Reg de conreus en explotacions agrícoles.

L'aigua regenerada està subministrada per l'Àrea Metropolitana de Barcelona, la qual es compromet a garantir el compliment dels paràmetres de qualitat establerts en el RD 1620/2007 que regula l'ús de l'aigua regenerada en els punts de subministrament. En aquest sentit, no es preveu a priori la realització de cap tractament previ a la seva utilització, no obstant, en el cas que l'aigua regenerada no s'aprofiti directament, i aquesta s'emmagatzemi en dipòsits d'acumulació, pot ser necessari un procés desinfecció mitjançant cloració en continu.

9.1.3. Aigua pluvial

Tal com s'ha exposat a l'apartat 7.1.3 del present Pla, les aigües pluvials es poden distingir en tres tipologies diferents: aigües pluvials de capçalera del torrents, aigües pluvials d'escorrentiu superficial en zona urbana, i aigües pluvials de les cobertes dels edificis.

9.1.3.1. Aigua pluvial de la capçalera del torrents

En l'àmbit del Pla, l'aigua pluvial de les rieres de Collserola es podria utilitzar per als usos següents:

- **Serveis urbans:** reg d'espais verds i d'horts urbans, neteja viària, neteja de la xarxa de clavegueram i de les seves instal·lacions, compliment de fonts i llacs ornamentals, i d'altres usos assimilables.
- **Equipaments públics:** reg de murs verds, cobertes verdes i jardins interiors, reg de camps esportius, parcs de bombers, parcs de neteja, compliment de cisternes dels WC, neteja de superfícies i d'altres usos assimilables.
- **Usos industrials:** neteja de vehicles, neteja de superfícies industrials, dipòsits d'emmagatzematge d'aigua contra incendis, altres processos industrials i d'altres usos assimilables.

Altres usos que es poden satisfer amb aigua de les capçaleres dels torrents, però que queden fora de l'àmbit del present Pla, són:

- **Usos ambientals:** infiltració passiva superficial per a recàrrega d'aqüífers i d'altres usos assimilables.
- **Equipaments i edificis privats:** reg de jardins, horts i camps esportius privats, compliment de piscines, neteja de superfícies i compliment de cisternes dels WC.

9.1.3.2. Aigua pluvial de zona urbana

L'aigua pluvial de l'escorrentiu superficial de la zona urbana de la ciutat es podria utilitzar per als usos següents:

- **Serveis urbans:** reg d'espais verds i d'horts urbans, neteja viària, neteja de la xarxa de clavegueram i de les seves instal·lacions, i d'altres usos assimilables.
- **Equipaments públics:** reg de murs verds, cobertes verdes i jardins interiors, reg de camps esportius, instal·lacions de neteja de vehicles, neteja de superfícies i d'altres usos assimilables.
- **Usos industrials:** neteja de vehicles, dipòsits d'emmagatzematge d'aigua contra incendis, neteja de superfícies industrials, altres processos industrials i d'altres usos assimilables.

No obstant, els usos contemplats en aquest Pla preveuen únicament usos mediambientals, que són:

- Reg d'espais verds.
- Tractament de l'aigua en origen (l'aigua pluvial captada a l'espai públic mitjançant SUDS no va a la depuradora, i durant el procés de retenció-infiltració s'eliminen els contaminants arrossegats per l'aigua de pluja).
- Infiltració passiva superficial per a recàrrega dels aqüífers.

9.1.3.3. Aigua pluvial de les teulades dels edificis

Des d'un punt de vista qualitatiu, l'aigua pluvial recollida a les teulades dels edificis és apta per a cobrir les necessitats del servei urbans de la ciutat. No obstant, donat que el seu origen es situa a l'interior dels edificis, ja siguin públics o privats, es consideren únicament els usos que es podrien cobrir a dins de l'àmbit de gestió individual de cada equipament o edifici. Aquests són:

- **Equipaments i edificis públics o privats:** Reg de jardins interiors, murs i cobertes verdes, reg d'horts urbans, neteja de superfícies, compliment de cisternes dels inodors i d'altres usos assimilables.
- **Usos industrials:** neteja de vehicles, neteja de superfícies industrials, dipòsits d'emmagatzematge d'aigua contra incendis, altres processos industrials i d'altres usos assimilables.

En qualsevol cas, les aigües pluvials, sigui quin sigui el seu origen, hauran de passar per un tractament de filtració de sòlids i gruixos, decantació de fins i matèria en suspensió i desinfecció segons l'ús que se l'hi vulgui donar.

9.1.4. Aigües grises

Com ja s'ha exposat en apartats anteriors, aquest recurs pot tenir dos orígens diferents: aigües provinents de dutxes o banyeres, i aigües provinents del buidat de piscines. En qualsevol cas, l'aprofitament d'aquest recurs per als usos esmentats ve condicionat pel correcte funcionament dels processos de depuració d'aquestes aigües, i del compliment dels requeriments de qualitat de l'efluent obtingut fixats per la normativa vigent per als usos definits en cada cas.

Aigua de dutxes o banyeres

Dins de l'àmbit del present Pla es contempla l'ús de les aigües de dutxes o banyeres en equipaments i edificis públics o privats per a l'ompliment de cisternes dels WC.

Fora de l'àmbit del present Pla, aquest recurs es pot aprofitar per altres usos com reg de zones verdes, refrigeració, neteja de superfícies, neteja de vehicles, neteja de superfícies industrials, processos industrials i d'altres usos assimilables.

Cal tenir en compte que per poder aprofitar aquest recurs és necessari sotmetre'l a un tractament de depuració de l'aigua adequat que pot consistir en una decantació, filtració, tractament biològic i desinfecció.

Buidat de piscines

L'aprofitament de les aigües de buidat de piscines quedaria acotat a l'interior dels equipaments (tant públics com privats) i a l'interior d'edificis que disposin d'aquest recurs. Els usos per aquest aprofitament serien els següents:

- Reg de jardins interiors, murs verds i cobertes verdes
- Compliment de cisternes dels WC
- Refrigeració
- Neteja de superfícies

Per tractar-se d'una aigua reutilitzada, prèviament a la seva reutilització és necessari realitzar un tractament de filtració i, si s'escau, de decoloració. En qualsevol cas, el tipus de tractament a realitzar es definirà en funció de la qualitat requerida pels usos que es preveu cobrir amb aquest recurs.

9.1.5. Aigua de mar

Com ja s'ha exposat al capítol 8 del present document, l'aigua de mar pot ser apte per a diferents usos, en funció el tractament a què es sotmeti aquets recurs abans de ser utilitzat. L'aigua de mar

pot cobrir usos molt concrets, i cal adaptar les instal·lacions per tal de què suportin l'atac químic dels components corrosius que conté. Aquests són:

- Obtenció d'aigua potable en plantes dessaladores. Aquest ús no es contempla en el Pla, ja que l'aigua dessalada té una qualitat superior a la que es requereix per als usos establerts en el Pla.
- Ompliment de piscines.
- Sistemes de refrigeració amb circuit tancat.
- Sistemes contra incendis.

9.2. BALANÇ DE RECURSOS I DEMANDES

El balanç de recursos i demandes es realitza tenint en compte els usos previstos i els recursos disponibles a l'àmbit públic. En el present Pla no es preveu la utilització dels recursos potencialment disponibles a l'àmbit privat per a usos públics (tant municipals com no municipals), ja que actualment no existeix una regulació al respecte.

De l'anàlisi de tots els recursos hídrics alternatius disponibles a la ciutat a l'àmbit públic, s'extreu que el recurs potencial màxim, sense incloure les extraccions d'aigua del subsòl que s'estan realitzant actualment, i sense comptar l'aigua de mar, és de **31,6 hm³/any**, dels quals es podrien aprofitar **23,8 hm³/any** (correspon aproximadament a un 75%). No obstant, cal destacar que en l'actualitat l'Ajuntament de Barcelona disposa de concessions amb els organismes competents de cada recurs per a la utilització d'un total de **7 hm³/any**. (veure taula 12 de l'apartat 7.1.6).

Pel que fa a les demandes actuals, la demanda total d'aigua dels usos que no requereixen la qualitat de l'aigua potable i que es podria cobrir amb recursos hídrics alternatius per a usos municipals és de **4,95 hm³/any** (veure Taula 4 de l'apartat 8.1.13). Si es té en compte el volum anual servit per a usos públics no municipals des de les instal·lacions d'abastament d'aigua freàtica municipals, i la demanda potencial actual per aquests usos, la demanda total actual de recursos hídrics alternatius per a usos públics de la ciutat ascendeix a **5,04 hm³/any**, volum inferior al concessionat actualment.

Analitzant la demanda total màxima dels serveis municipals (suma de les demandes actuals i les demandes futures planificades), veiem que aquesta ascendiria a **5,69 hm³/any**. Aquest valor és sensiblement superior al volum concessionat actualment, per tant, amb el desenvolupament de les actuacions previstes en el present Pla, caldrà revisar en un futur les concessions vigents i preveure, si s'escau, la seva ampliació.

El consum actual d'aigua (potable + freàtica) dels serveis municipals exposats a l'apartat 3.1. del present document equival a **6,79 hm³/any**. En el cas que s'arribés al sostre del Pla, és a dir, que s'arribin a cobrir les demandes actuals i potencials dels serveis municipals establertes a l'anàlisi de la demanda (equivalent a **5,69 hm³/any**), i tenint en compte els criteris fixats (en quant a consum mínim anual), **l'índex de sostenibilitat del consum d'aigua de l'Ajuntament** (calculat a partir dels consums de 2018) arribaria al **83,79%**.

9.2.1. Balanç en funció de l'origen del recurs i del tipus de demanda

Un cop exposat el balanç global de recursos i demandes, en aquest apartat es fa un creuament dels recursos disponibles i les demandes potencials que es podrien cobrir amb cadascun dels recursos.

- **Aigua del subsòl:** El recurs total disponible corresponent a les masses d'aigua subterrànies de la ciutat (sense tenir en compte les extraccions actuals) és d'uns 18 hm³/any, segons les dades exposades a l'apartat 7.1.1. No obstant, la demanda de recursos hídrics alternatius de la ciutat que es podria servir amb aigua del subsòl és de 5,69 hm³/any. Per tant, el recurs potencialment disponible és superior a la demanda estimada. A la Figura 34 es representa el volum potencial disponible d'aquest recurs i la demanda potencial estimada en el present Pla.

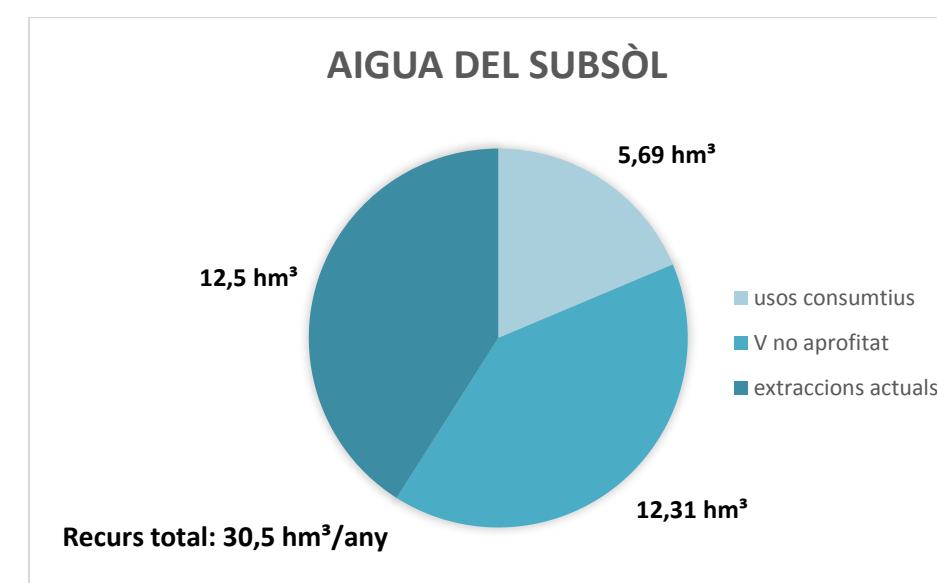


Figura 34. Balanç de recurs-demanda de l'aigua del subsòl.

- **Aigua regenerada:** El recurs total que és capaç de generar la ERA d'El Prat és de 50 hm³/any. D'aquest volum total generat, la demanda estimada al terme municipal de Barcelona que es podria cobrir amb aquest recurs és de 5,5 hm³/any per a injecció a l'aqüífer, 2,56 hm³/any per a usos industrials, i 0,73 hm³/any per al reg de zones verdes, dels quals estan concessionats actualment a l'Ajuntament de Barcelona 0,14 hm³/any. A la Figura 35 s'exposa el volum potencial disponible i els possibles usos que es poden cobrir amb aquest recurs.

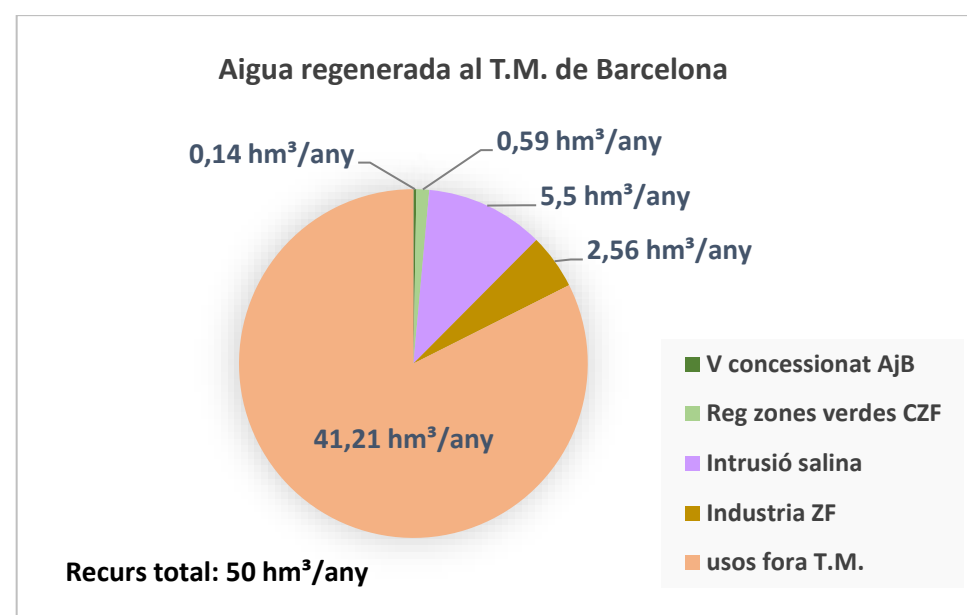


Figura 35. Balanç de recurs-demanda de l'aigua regenerada.

- **Aigües grises:** Aquest és un recurs potencial generat principalment en àmbit privat i per a usos privats, per tant no es fa el balanç de recurs demanda total de ciutat, es fa per habitatges. A la Figura 36 s'exposa el balanç de recurs generat i demanda esperada per persona i dia en habitatges..

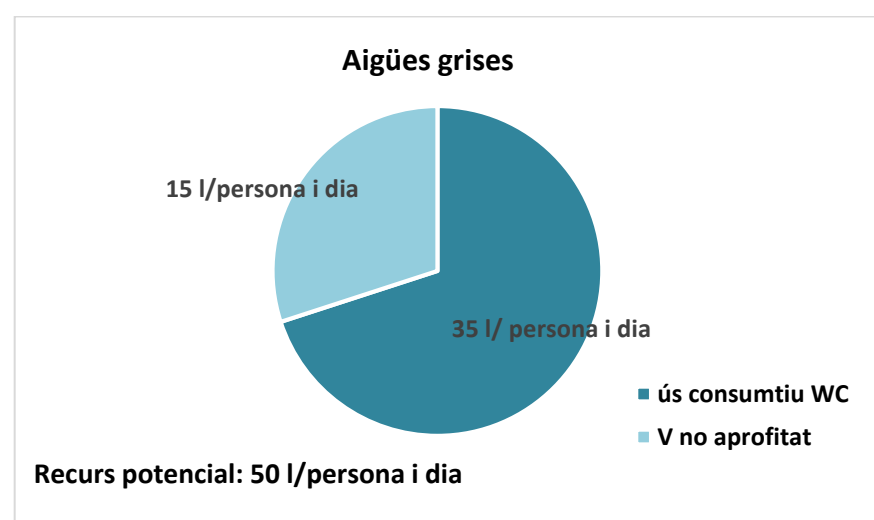


Figura 36. Balanç de recurs-demanda de les aigües grises

- **Aigües pluvials de capçalera dels torrents:** Aquest recurs actualment no s'està aprofitant, per tant no es pot estimar la demanda potencial per als usos que es podrien cobrir amb aquets recurs, que s'ha d'entendre com un recurs de proximitat. Per tant, es fa un balanç entre el volum potencial, que correspon a l'aigua de pluja que cau a les conques vessants als torrents de Collserola en un any mig, i el volum aprofitable, que s'obté de deduir del volum potencial el volum d'aigua de pluja que s'infiltra al terreny, depenent dels usos del sòl de cada conca, i el volum d'aigua de pluja que no es podria emmagatzemar en episodis de pluja importants i entraria a la xarxa de clavegueram per sobreiximent (tal com s'exposa a l'apartat 7.1.3.1. del present document). Aquest balanç es representa a la Figura 37.

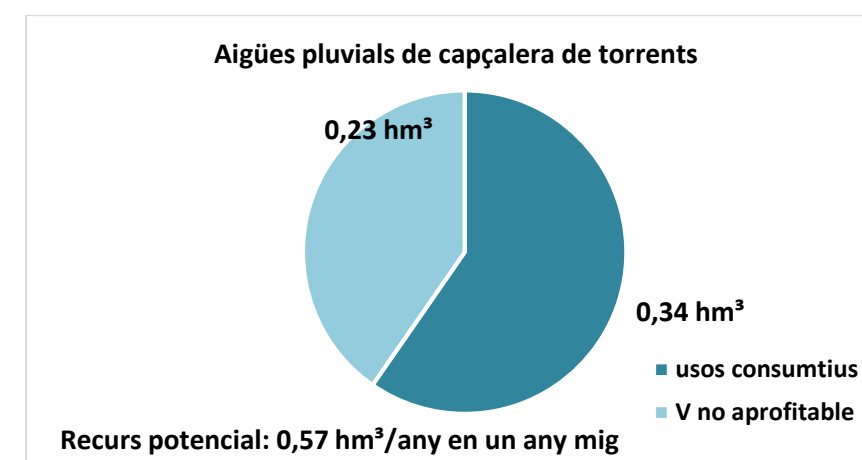


Figura 37. Balanç de recurs potencial i aprofitable de les aigües pluvials de capçalera de torrents

- **Aigües pluvials de coberta:** Actualment no es pot quantificar la demanda potencial d'aquest recurs, ja que aquesta dependrà del nombre i tipologia dels sistemes d'aprofitament de les aigües pluvials de coberta que es vagin implantant a la ciutat, i dels usos que se es vulguin cobrir en cada cas (reg de cobertes, compliment de cisternes,...). Per tant en aquest cas es fa un balanç entre el volum potencial i el volum aprofitable per m² de coberta. El volum potencial correspon a l'aigua de pluja que cau en un any mig a la ciutat (veure apartat 7.1.3 del present document), i el volum aprofitable correspon al volum efectiu, descartant els episodis de pluja superiors a 30 mm, que es considera que no es poden emmagatzemar, i inferiors a 1,5 mm, que no s'han de recollir ja que tenen una elevada càrrega contaminant (arrossequen la brutícia de la coberta). A la Figura 38 es representa el balanç entre el volum potencial i el volum aprofitable d'aquest recurs.

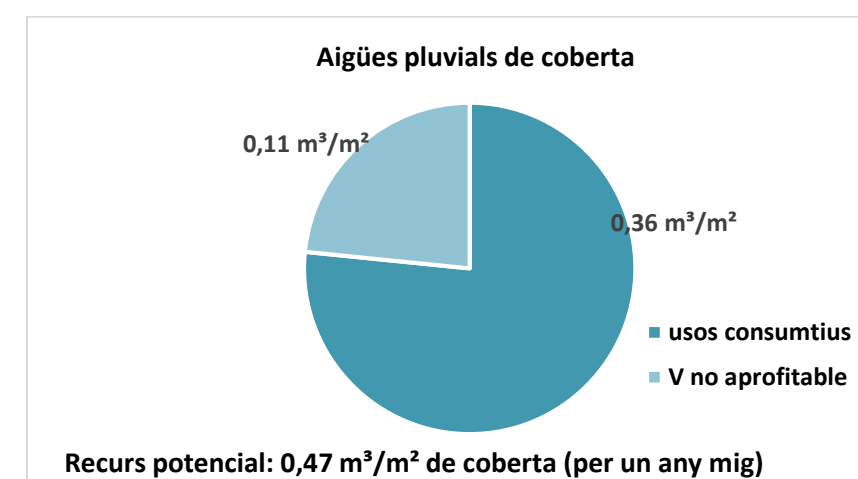


Figura 38. Balanç de recurs potencial i aprofitable de les aigües pluvials de coberta

- **Aigües pluvials en zona urbana:** En aquest cas, l'objectiu de poder gestionar aquest recurs de forma sostenible és naturalitzar el cicle de l'aigua, que es trenca en les zones urbanes degut a la impermeabilització massiva del territori. En el present Pla es quantifica el volum d'aigua de pluja caiguda a l'espai públic (sense considerar els parcs i jardins urbans) que es podria gestionar mitjançant la implantació de SUDS (Sistemes Urbans de Drenatge Sostenible), segons els criteris exposats a l'apartat 7.1.3.2 del present document. En aquest cas, el volum potencial correspon a l'aigua de pluja que cau en un any mig als carrers de la ciutat, i el volum gestionat s'obté de quantificar l'aigua de pluja que es podria captar amb els SUDS (corresponent als episodis de pluja inferiors a 15 mm). A la Figura 39 es representa el balanç entre el volum potencial i el volum d'aquest recurs.

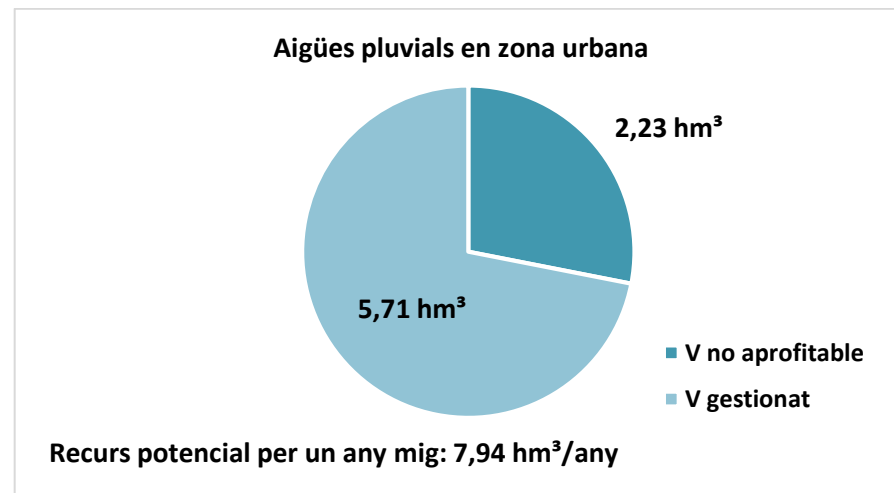


Figura 39. Balanç de recurs potencial i aprofitable de les aigües pluvials en zona urbana

A partir de l'anàlisi creuat dels usos establerts i els recursos aptes i disponibles per a cada ús exposat en els apartats anteriors d'aquest capítol, s'ha elaborat la Taula 52, en la qual s'indica quins recursos es poden fer servir per a cobrir les diferents demandes que admeten la utilització d'aigua no potable, amb les limitacions definides en l'anàlisi dels requeriments de qualitat en funció de l'ús.

9.3. DEFINICIÓ DE LES LÍNIES D'ACCIÓ DEL PLARHAB

A continuació es defineixen les **línies d'acció del Pla**. Per cadascuna d'elles s'exposa, a grans trets, l'estratègia plantejada per al seu desenvolupament i el benefici esperat amb la seva aplicació.

- **LA1:** Millora i ampliació de la **xarxa d'aigua freàtica** existent. Aquesta línia d'acció inclou un anàlisi de l'estat i funcionament de la xarxa existent, la proposta d'actuacions necessàries per a la millora del seu funcionament i la proposta d'actuacions d'ampliació de la xarxa per a satisfer les demandes dels més importants punts de consum dels diferents serveis municipals i equipaments públics.
- **LA2:** Impulsar l'aprofitament de l'**aigua regenerada**. Aquesta línia d'acció vol impulsar la posta en marxa del subministrament d'aigua regenerada a la muntanya de Montjuïc per a donar servei als usos aptes que estiguin situats a l'àmbit proper a la xarxa executada.
- **LA3:** Impulsar l'aprofitament de les **aigües grises**. A partir de l'estudi realitzat per la UAB, i seguint el camí iniciat per altres municipis de l'àrea metropolitana de Barcelona, el Pla defineix els criteris tècnics a tenir en compte per a la redacció d'una futura ordenança d'aprofitament de recursos hídrics alternatius, en l'àmbit de la reutilització de l'aigua dels edificis.
- **LA4:** Impulsar l'aprofitament de les **aigües pluvials de coberta**. Al present Pla s'ha realitzat una revisió de les actuacions i experiències en aquest àmbit realitzades a la ciutat per tal de

definir els criteris a tenir en compte per a l'elaboració d'una Guia Tècnica d'aprofitament d'aigües pluvials de cobertes.

- **LA5:** Impulsar l'aprofitament de les **aigües pluvials dels torrents** de Collserola. Un cop analitzada la potencialitat d'aquest recurs, el Pla inclou una proposta de situació dels punts de captació i de criteris tècnics a tenir en compte de cara al disseny, construcció i manteniment dels dipòsits o basses d'infiltració-retenció o emmagatzematge de les aigües pluvials.
- **LA6:** Impulsar el tractament de les **aigües pluvials a l'espai públic**. A partir de l'anàlisi de potencialitat d'aquest recurs, el Pla proposa les actuacions a realitzar a l'espai públic per a captar i tractar aquesta aigua pluvial, mitjançant Sistemes Urbans de Drenatge Sostenible, analitzant el cost econòmic d'inversió i manteniment d'aquests sistemes, i quantificant els beneficis obtinguts per a la ciutat.

En els capítols següents s'exposa cadascuna d'aquestes línies d'acció, explicant els criteris fixats per al seu desenvolupament, la metodologia de treball, l'àmbit d'aplicació, i les actuacions plantejades.

		USOS CONSUMTIUS																	USOS AMBIENTALS		
		Reg d'espais verds	Reg d'horts urbans	Neteja urbana	Neteja de la xarxa i dipòsits de clavegueram	Fonts i llacs ornamentals	Reg de camps esportius	Ompliment de piscines	Hidrants de bombers	Altres equipaments	Instal·lacions rentat de vehicles de neteja, autobusos, etc.	Ompliment cisternes inodors	Reg de jardins, murs i cobertes verdes	Neteja de superfícies	Neteja de vehicles, vaixells	Refrigeració	Altres usos industrials	Reg agrícola	Recuperació de cabals al riu	Injecció a l'aquífer	Infiltració passiva superficial
Aigua freàtica	Pous de captació	LA1	LA1	LA1	LA1	LA1	LA1	LA1	LA1	LA1	LA1										
	Esgotaments subterranis	LA1	LA1	LA1	LA1	LA1	LA1	LA1	LA1	LA1	LA1										
	Mines i surgències																				
Aigua regenerada	regeneració bàsica	LA2		LA2	LA2		LA2				LA2										
	regeneració avançada		LA2																		
Aigües grises	Buidat piscines						LA3			LA3		LA3	LA3	LA3							
	Dutxes/banyeres									LA3		LA3	LA3	LA3							
Aigua pluvial	Cobertes		LA4							LA4		LA4	LA4	LA4							
	Torrents Collserola	LA5	LA5	LA5	LA5		LA5		LA5	LA5	LA5		LA5								
	Zona urbana (SUDS)	LA6																			LA6
Aigua de mar																					

Taula 51. Anàlisi creuat dels usos aptes per als diferents recursos hídrics alternatius contemplats en el Pla i Línies d'Acció

A la Taula 51 s'indiquen:

- Els usos aptes per a cadascun dels recursos disponibles, ombrejats amb el color corresponent al recurs.
- Les diferents Línies d'Acció que es desenvolupen en aquest Pla, totes elles amb l'objectiu d'ampliar la utilització dels Recursos Hídrics Alternatius a la ciutat. Les caselles de la taula 52 on es situen les Línies d'Acció del Pla corresponen a l'àmbit d'aplicació contemplat en el present Pla per a cadascuna d'elles

10. LÍNIA D'ACCIÓ 1. MILLORA I AMPLIACIÓ DE LA XARXA D'AIGUA FREÀTICA

10.1. ANÀLISI DE LA XARXA D'AIGUA FREÀTICA EXISTENT

En aquest apartat es realitza un anàlisi de la xarxa d'aprofitament d'aigua freàtica de la ciutat, tant des del punt de vista físic com de funcionament. Aquest anàlisi s'ha realitzat seguint els passos següents:

- Realització d'un inventari de la xarxa existent: la xarxa d'aigua freàtica executada a la ciutat està inventariada al SITE (Sistema d'Informació Territorial), gestionat per BCASA. En el marc de l'elaboració del present Pla s'ha realitzat una auditoria de la xarxa inventariada al SITE, consistent en l'aixecament a camp de diversos trams de xarxa seleccionats segons la fiabilitat de les dades d'origen a partir de les quals aquests trams es van representar en el SITE. Amb els resultats de l'auditoria, s'ha actualitzat el SITE corregint les diferències detectades.
- Modelització de la xarxa existent: a partir de les dades de la xarxa extretes del SITE, s'ha modelitzat la xarxa existent amb un software lliure de simulació hidràulica de xarxes d'abastament d'aigua a pressió. A l'apartat 10.1.2 del present capítol s'exposa la metodologia de càlcul utilitzada per a l'anàlisi del funcionament de la xarxa tenint en compte els consums dels punts que s'abasteixen actualment amb aigua freàtica.

A partir dels resultats obtinguts de la modelització de la xarxa existent, es realitza la *Diagnosi de la xarxa*, en la qual s'identifiquen aquells punts on es produeixen deficiències en el funcionament de la xarxa, ja sigui per insuficiències de cabal o de pressió, que poden produir que en ocasions no es pugui garantir l'abastament amb aigua freàtica en condicions òptimes. A l'apartat 10.1.3 del present capítol s'exposa la diagnosi de funcionament de cadascun dels sistemes d'aigua freàtica existents.

10.1.1. Descripció de la xarxa d'aigua freàtica existent

La xarxa d'aprofitament d'aigua freàtica existent es divideix en 27 sistemes, dels quals 23 estan operatius i 4 estan fora de servei, per diversos motius. A la Taula 52 es llisten els sistemes operatius i el volum servit anualment, i a la Taula 53 es llisten els sistemes existents que estan fora de servei i el motiu.

L'aigua freàtica s'extreu del subsòl mitjançant 27 pous de captació actualment operatius. La xarxa existent té 87,1 km de longitud, i dona servei en un total de 165 escomeses, mitjançant 63 bombaments. A l'Annex 1, *Inventari dels sistemes d'aprofitament d'aigua freàtica existents* S'inclouen també en aquest annex els esquemes de funcionament i de bombament de tots els sistemes operatius.

NOM SISTEMA	LONGITUD (m)	EXTRACCIONS	BOMBAMENTS	ESCOMESSES	CONSUM 2017 (m³/any)
Sistema Escola Industrial	128	1	3	3	20.297
Sistema Bori i Fontestà	912	1	3	4	12.536
Sistema Zona Universitària	5.348	2	3	7	87.538
Sistema Liceu-Paral·lel-Montjuïc	20.591	4	10	45	190.239
Sistema Taulat - Fòrum	28.897	1	2	13	108.716
Sistema Anella Poblenou		1	7	40	376.691
Edifici de les aigües		1	1	3	201.631
Torre de les Aigües	135	1	1	1	20.785
Sistema Doctors Dolsa	791	1	3	5	43.143
Sistema Vilalba dels Arcs	1.225	1	4	6	19.006
Sistema Joan Miró	2.615	3	4	10	32.827
Sistema la Maquinista	458	1	3	3	12.794
Sistema Baró de Viver	14	1*	1	1	5.699
Sistema Fira-2	71	1	1	2	355
Sistema Urgell	44	1	2	3	20.373
Sistema Torre Llobeta	798	1	2	3	12.716
Sistema Lesseps	3.800	1**	2	3	8.662
Sistema Rieres d'Horta	3.160	3	5	6	38.341
Sistema Sants - Rambla Brasil	198	1**	1	1	5.360
Bon Pastor	74	1	1	1	0
Burgos-cobertura de Sants	1.040	1	3	3	0
Can Cadena	43	1	1	1	1.691
Torrent Maduixers	373	1***	0	1	2.557
TOTALS	70.715	27	63	165	1221957

* A baró de Viver hi ha 1 pou operatiu i 3 executats fora de servei

** Esgotaments TMB

*** Es una urgència

Taula 52. Dades principals dels diferents sistemes existents d'explotació del freàtic

NOM SISTEMA	ESTAT	MOTIU
Can Soler	fora de servei	antiga mina, manca d'aigua
Can Mestres	fora de servei	pou aturat
Laberint	fora de servei	antiga mina, manca d'aigua
Parc de l'Oreneta	fora de servei	manca d'aigua

Taula 53. Sistemes existents fora de servei

10.1.2. Modelització de la xarxa d'aigua freàtica existent

En el present apartat s'exposa les eines utilitzades i la metodologia seguida per a la modelització i el disseny de la xarxa d'aprofitament d'aigua freàtica.

10.1.2.1. Descripció general de la metodologia de càlcul

Per la modelització de la xarxa d'aigua freàtica de Barcelona s'ha utilitzat un programa de càlcul anomenat EPANET, per a la simulació de xarxes d'abastament a pressió. Aquest programa inclou les equacions de la mecànica de fluids, i utilitza mètodes de solució per mètodes iteratius per resolució de les mateixes.

Pel càlcul de les pèrdues de càrrega es pot escollir entre les equacions de Darcy-Weisbach, les de Colebrook-White o les de Hazen Williams, sent aquestes últimes les utilitzades.

10.1.2.2. Processament de la informació de base

La xarxa d'aprofitament d'aigua freàtica existent i planificada està introduïda al Sistema d'Informació Territorial (SITE) de BCASA, un sistema d'informació tipus GIS que permet l'exportació de la xarxa a altres programes tipus GIS o de modelització de xarxes. Per a poder fer la modelització de la xarxa amb el programa EPANET, s'ha fet una extracció de les dades del dades físiques de la xarxa des del SITE al programa QGIS, com ara els diàmetres de les canonades, geometria, traçat, ubicació els dipòsits, arquetes de control, etc. Ja amb les dades de la xarxa en QGIS, s'afegeixen les dades hidràuliques necessàries per tal que el programa EPANET pugui fer les modelitzacions de la xarxa. Aquestes són:

- Cotes
- Demandes
- Volums de dipòsits
- Bombes
- Corbes de les bombes
- Cabal punta de les demandes
- Revisió de la xarxa i adequació de capes, etc.

Un cop introduïdes les dades físiques i hidràuliques de la xarxa, mitjançant l'eina GISWATER es realitza el traspàs de les dades del QGIS al EPANET, on ja es poden fer les simulacions hidràuliques de la xarxa. Aquest programa permet retornar els resultats de les simulacions al QGIS, des del qual es poden representar gràficament. Els plànols 6, de Diagnosi de la xarxa, s'han realitzat seguint aquesta metodologia.

Aquest procediment s'ha fet servir tant per a obtenir la Diagnosi de la xarxa existent com per a planificar les actuacions de millora en aquells sistemes on s'han detectat problemes de funcionament de la xarxa.

A la figura següent es representa el procediment de càlcul seguit per a la modelització de la xarxa que s'ha explicat anteriorment.

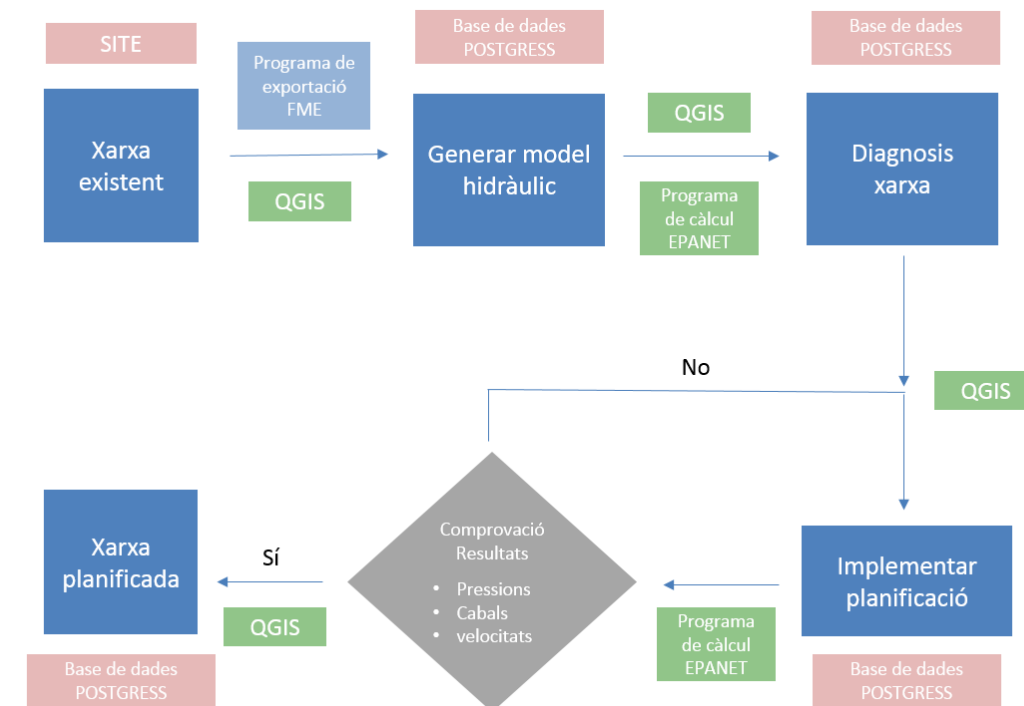


Figura 40. Esquema del procés de modelització de la xarxa d'aigua freàtica.

10.1.2.3. Modelització de la xarxa

L'EPANET és un programa que permet modelitzar el funcionament de la xarxa amb unes demandes donades en el transcurs del temps. El programa suposa que el cabal és constant, i considera que és un fluid incompressible. No permet calcular per tant cops d'ariet.

El resultats obtinguts amb el programa són la pressió, el cabal, la velocitat i la demanda. Aquests resultats són els que s'han incorporat en els plànols adjunts de diagnosi i de prognosi. Tots aquests paràmetres es calculen en funció de les dades que s'han incorporat en el model; les cotes, diàmetres de les canonades, demandes, volums de dipòsits, etc. A partir de les dades introduïdes, l'EPANET permet interpretar com funcionarà la xarxa amb les condicions establertes.

10.1.3. Diagnosi de la xarxa d'aigua freàtica existent

A continuació es descriu, per a cadascun dels sistemes, els resultats obtinguts a partir del model de simulació respecte al funcionament de la xarxa, seguint la metodologia exposada en l'apartat anterior.

Als plànols 6.1 a 6.17 es representen els resultats de cabals, velocitats i pressió obtinguts amb la modelització de la xarxa per a cadascun dels sistemes.

10.1.3.1. Sistema Anella Poblenou - Taulat-Fòrum – Ciutadella

El sistema Anella Poblenou és un sistema complex que integra els sistemes següents:

- Sistema Taulat-Fòrum. Aquest sistema s'abasteix dels dos pous d'abastament d'aigua freàtica de l'Av. Sant Ramon de Penyafort, que omplen el dipòsit d'acumulació d'aigua freàtica existent de 2.000 m³ de volum, vinculat al dipòsit de regulació del clavegueram de Taulat, i dona servei a les escomeses de la zona Fòrum i a la neteja del dipòsit de clavegueram de Taulat.
- Sistema Alfons el Magnànim – Front Litoral. Aquest sistema s'abasteix també dels dos pous de Sant Ramon de Penyafort, que omplen el dipòsit d'Alfons el Magnànim, de 600 m³, del qual s'alimenta l'anella Poblenou. Aquest dipòsit té una aportació de l'esgotament del freàtic de TMB de l'estació Besòs Mar, que està aturada per un problema en el tub de TMB que va cap al dipòsit. Aquest sistema consta dels següents dipòsits d'acumulació, que formen els corresponents subsistemes:
 - Dipòsit parc central del Poblenou: té un volum de 60 m³, i dona servei a un hidrant i al reg del parc.
 - Selva de Mar: té un volum de 30 m³, i dona servei a l'hidrant de Selva de Mar.
 - Dipòsit de reg del Parc Diagonal Mar: té un volum de 412 m³, i dona servei al reg del parc.
 - Sistema Ciutadella. Aquest sistema s'abasteix del pou d'extracció d'aigua freàtica de l'Edifici de les Aigües, que omple el dipòsit de Ciutadella, de 60 m³ de volum, i que dona servei al reg del parc i a l'hidrant de Wellington-Pujades. Els llacs del parc de la Ciutadella s'alimenten directament del pou de l'Edifici de les Aigües. El dipòsit de Ciutadella pot rebre aigua també del dipòsit d'Alfons el Magnànim.
- Parc de la Mina: tot i que està en el terme municipal de Sant Adrià, el reg del parc de la Mina s'abasteix també dels pous de Sant Ramon de Penyafort, que omplen un dipòsit d'acumulació de 85 m³ situat en aquest parc.

A la Taula 54 es llisten les escomeses connectades al Sistema Poblenou i cabals utilitzats per a la modelització de la xarxa.

annotation	demand	pattern_id
Parc Juli Gonzalez	0.92	REG
Estació del Nord	0.75	REG
Gran Via 3	2	REG
Audotori Gran - Esplanada 1	2.93	REG
Jardins Manuel Sacristán	1	REG
Jardins Josep Maria Sostres	0.68	REG
Reg Sud	6.08	REG
Reg Jaume Huguet - Messina	4.44	REG
Reg Pere Moragues-Trapani	2.56	REG
Parc Nova Icària	1.45	REG
Reg Felip Malla	2.27	REG
Jardins Carles Barral	0.69	REG
Jardins Joan Fuster	0.59	REG
Font del Desconsol	0.4	LLAC
Parc del Poblenou	8.88	REG
Jardins Jaume Gil Biedma	0.3	REG
Gran Via 2	1.81	REG
Diagonal Mar dipòsit reg	10.81	REG
Reg Pallars - Bac de Roda	1.38	REG
Llac Diagonal Mar	27.78	LLAC
hidrant pere IV	20	HIDRANT
Esplanda Hotel Hilton	2.93	REG
Gran Llac - Ciutadella	15.33	LLAC
Gran Via 1	2.22	REG
Gran Via 4	1.08	REG
Reg Parc del Poblenou	1.63	REG
Reg Parc del Clot	2.39	REG
Intercanvi Llac Parc del Clot	0.5	LLAC
Llac Museu Disseny	2.88	REG
Museu blau - Plaça Forum	2.68	REG
Reg Museu Disseny	3.13	REG
Gran Cascada - Ciutadella	4.17	LLAC
Parc Carles I	1.72	REG
Hidrant Selva de Mar	20	HIDRANT
Hidrant Wellington	20	HIDRANT
Hidrant CN Taulat	10	HIDRANT
Reg Garcia Fària	5.58	REG
Gran Via 5	2.18	REG
Eduardo Torroja	1,08	REG

Taula 54. Cabals punta estimats per a la modelització del sistema Anella Poblenou.

La modelització d'aquests sistemes s'ha realitzat de forma conjunta, degut a les interconnexions existents entre ells. Els criteris de partida adoptats per a la modelització de la xarxa són els següents:

- Al dipòsit d'Alfons el Magnànim li arriba aigua del metro i dels pous de Taulat.
- El dipòsit de Ciutadella té una vàlvula de manteniment de pressió tarada a 60 mca.
- El dipòsit de Selva de Mar té una vàlvula de regulació de cabal tarada a 1,5 l/s.
- No s'han considerat els hidrants de Prim ni de Bilbao.
- La xarxa funciona com anella, excepte en la zona de Bac de Roda passada la Diagonal on el tub està malmès.
- No s'han considerat els 21 l/s que es cataloguen com a altres consums i que es conclou que són fuites o comptadors avariats. No es poden assignar a cap consum.
- No es disposa de les dades de cabal de les escomeses de reg de Ciutadella.
- Els cabals punta s'han calculat a partir de les lectures dels consums dels mesos d'estiu (mitjana juliol i agost). En aquelles escomeses que estaven connectades a potables, s'han utilitzat els consums de potable. Per obtenir el cabal punta, s'ha dividit el consum mensual entre el temps programat de reg, obtingut a partir de les programacions de reg dels parcs

Els resultats de la modelització de la xarxa posen de manifest que el cabal demandat pels punts de consum connectats a l'anella és molt elevat, i per tant la pressió és molt baixa en tot el sistema. Amb el cabal demandat, les pressions de la canonada a l'anella surten negatives. No obstant, en el sistema Taulat, integrat en el model de simulació de l'Anella Poble Nou, les pressions són correctes.

Als plànols 6.2. es representen els resultats de cabals, velocitats i pressió obtinguts amb la modelització de la xarxa.

Dels resultats obtinguts es conclou que el sistema Taulat funciona correctament, però en el sistema Poblenou el cabal circulat és massa elevat. El sistema no suporta aquest cabal i la pressió de la xarxa no és adequada per a regar els parcs. Aquest fet posa de manifest que les grans xarxes que funcionen mitjançant grups de pressió presenten problemes d'abastament, fet que incrementa el cost d'explotació i manteniment d'aquestes.

Pel que fa a la operativitat del sistema, analitzant el seu funcionament, es detecta que:

- El sistema Taulat és deficitari, no hi ha recurs suficient per subministrar aigua a totes les escomeses connectades amb el cabal i la pressió requerides.
- L'ompliment dels dipòsits d'Alfons el Magnànim – Taulat – Parc de la Mina no disposa d'un control automàtic remot. L'ompliment i el repartiment del recurs només es pot controlar en horari laboral, fet que implica que el recurs disponible no es pugui aprofitar i distribuir de manera eficient.
- El bombament als tancs de neteja del dipòsit de clavegueram de Taulat està bloquejat degut a les fuites detectades.

10.1.3.2. Sistema Montjuïc

El sistema Montjuïc s'abasteix dels pous d'esgotament freàtic del Liceu i dels pous d'aprofitament de Calàbria. El sistema consta de 4 dipòsits d'acumulació, que formen els subsistemes corresponents:

- Dipòsit de la Rambla del Raval, de 150 m³ de volum, que rep les aigües dels pous de Liceu, i les bombeja cap al dipòsit de Paral·lel. Aquest dipòsit també dona servei a l'hidrants de la Rambla del Raval.
- Dipòsit de Paral·lel, de 240 m³ de volum, rep les aigües del dipòsit del Raval i dels pous de captació d'aigua freàtica del carrer Calàbria/Paral·lel. L'esgotament de TMB de Paral·lel està connectat a aquest dipòsit, però per motius de qualitat aquesta aigua no s'està aprofitant actualment. Des del dipòsit de Paral·lel es dona servei a diversos regs de l'entorn, a un hidrant i al centre de neteja de Font Trobada, i es bombeja l'aigua als dipòsits del Viver de Tres Pins i del Jardí Botànic.
- Dipòsit del Jardí Botànic, de 600 m³ de volum, dona servei al reg del Jardí Botànic.
- Basses del Viver de Tres Pins, són tres basses de 225 m³ cadascuna. Des d'aquestes es dona servei a diferents escomeses de reg de la muntanya, a instal·lacions esportives i a la Font Màgica entre altres fonts. De la bassa inferior del Viver de Tres Pins es bombeja aigua cap al Dipòsit del Castell de Montjuïc.
- Dipòsit del Castell de Montjuïc, de 1.200 m³ de volum, que s'alimenta de la bassa inferior del Viver, i que dona servei a diversos regs de la part alta de la muntanya. També dona servei als sistemes antiincendis del Castell de Montjuïc.

Els criteris de partida establerts per a la modelització de la xarxa d'aquest sistema són els següents:

- L'aigua de subministrament als diferents sectors és la següent:
 - Des del Liceu al Paral·lel: 11.1 l/s
 - Pou 1 Calàbria : 3,6 l/s
 - Pou 2 Calàbria : 4,6 l/s
 - Aigua que puja a Montjuïc: 19 l/s (1 bomba en marxa)
 - Del Viver al Castell pugen 7.8 l/s.
- Es consideren com dipòsits per la simulació totes les fonts de l'Eix Maria Cristina, el complex Pau Negre i el camp de beisbol.
- Es consideren aturats els hidrants d'incendis de Montjuïc.
- Es considera que l'aigua que surt per gravetat del Viver de Tres Pins, ho fa des de la segona bassa.
- El funcionament de les fonts de Montjuïc es limita fins a les 10 del matí (de les 00 h fins a les 10 h).
- Els cabals punta s'han calculat a partir de les lectures dels consums dels mesos d'estiu (mitjana juliol i agost), seguint la mateixa metodologia aplicada al sistema Poblenou. A la Taula 55 es detallen els cabals punta calculats que s'han introduït en el model de simulació per a la modelització de la xarxa.

annotation	demand	pattern_id
Reg Albeniz	4	REG
Reg climatització	0.97	REG
Ceres Llobregat	1.97	REG
Reg sota botànic	3.46	REG
Antic botànic	0.61	REG
Reg Viver baix	3	REG
Hidrant Aldana	20	HIDRANT
Camp de rugbi	2	LLAC
Reg Cims	2.88	REG
Ceres Besos	2.79	REG
Reg Sant Jordi	4.46	REG
Font Ceres	0.32	LLAC
Font Miró - Plaça Neptú	0.06	LLAC
Llac Albeniz	1.64	LLAC
Camp beisbol	3	LLAC
Llac climatització	0.12	LLAC
Reg Joan Brossa	3.6	REG
Pl. Armada i Costa Llobera	3.21	REG
Jardí Joan Maragall	0.92	REG
Piere de Coubertine	1.35	REG
Carles Ibañez	2.23	REG
Pau Negre Hockey	1.2	LLAC
Pau Negre	2.78	LLAC
Cascada II	11	LLAC
Viver 3 Pins - Bassa superior	5.37	REG
Font de les vidues	0.02	LLAC
Hidrant Raval	10	HIDRANT
Mossen Cinto Llac i Reg	1.61	REG
Parterres davant Poble Espanyol	3.1	REG
Pg. de les Cascades - Llobregat	0.27	LLAC
5 llacs i fonts	0.61	LLAC
Reg fossar del Castell	3.8	REG
Teatre Grec	8.28	REG
Estadi Lluís Companys	1.79	REG
Aeromodelisme	1	REG
Mirador de l'Alcalde	6.3	REG
Jardí de la Primavera	1.83	REG
Mirador del Poble Sec	2.42	REG

Taula 55. Cabals punta estimats per a la modelització del sistema Montjuïc.

Els resultats de la simulació d'aquest sistema posen de manifest que:

- En els regs que funcionen per gravetat, els parcs de l'Av. de l'Estadi queden per sota de 46 mca de pressió, el Jardí Botànic per sota de 42 mca, i els parterres de la Font de Sant Jordi per sota de 46 mca. Tot i que la pressió obtinguda és inferior als 50 mca requerits per espais

verds per al reg, es considera que sí que es podria efectuar el reg en aquestes condicions. Els jardins el Teatre Grec sí que tindria pressió suficient per al reg, per sobre de 60 mca.

- En els parcs de la zona del carrer Foc, el jardí sota el nou botànic i el Sant Jordi tenen pressió insuficient, però els de Pierre de Coubertine superen els 50 mca.
- Els jardins que es reguen des del castell tenen pressió suficient per a poder regar correctament.
- Els regs que s'abasteixen del dipòsit de Paral·lel tenen un consum superior al cabal màxim que poden subministrar els bombes.

Per tant, es pot concloure que, amb les consideracions de demandes i horaris adoptats per a la modelització, el sistema Montjuïc no proporciona pressió d'aigua suficient per al reg dels espais verds que s'hi connecten, i la capacitat d'acumulació d'aigua dels dipòsits no és suficient per a garantir el cabal requerit pels consums connectats al sistema.

Cal destacar que la Font màgica, que és un gran consumidor, tenen prioritat respecte la resta de consumidors, per reomplir el vas de la font els dies previs a les actuacions.

Pel que fa a la operativitat del sistema, analitzant el seu funcionament, es detecta que:

- El sistema no té prou recurs per a donar servei a les escomeses connectades.
- Actualment la majoria de les escomeses que componen els sistemes d'abastament d'aigua freàtica de no estan ni telecontrolades ni telesupervisades. És necessita tenir un control total dels usuaris per a poder garantir el servei a cadascun d'ells, gestionar millor el recurs i fer un us de l'aigua més eficient.

10.1.3.3. Sistema Zona Universitària

El sistema Zona Universitària s'abasteix de dos pous de captació que donen un cabal de 12 l/s i 5 l/s respectivament (17 l/s en continu), i omplen el dipòsit d'acumulació d'aigua freàtica, amb un volum de 700 m³, vinculat al dipòsit de regulació de la xarxa de clavegueram de Zona Universitària. A la taula següent s'indiquen els punts als quals dona servei aquest sistema i els cabals punta considerats per a la modelització de la xarxa.

escomesa	Q (l/s)	pattern_id
Trambaix	5	REG
Trambaix	6	REG
Trambaix	17.03	REG
Fonts Palau Reial	7.55	REG
Fonts Palau de Pedralbes	1.23	LLAC
Trambaix	6	REG
Arístides Mallol	1	
Hidrant Marí i Franquès	20	HIDRANT

Taula 56. Cabals punta estimats per a la modelització del sistema Zona Universitària.

La simulació comença amb el funcionament dels llacs del Palau Pedralbes, i el sistema funciona correctament. L'hidrant i el poliesportiu Arístides Maillol, tenen una bomba exclusiva per ells i per tant, també funcionen correctament. No obstant, quan s'inicia el reg, donat que el cabal de reg

és molt elevat, les bombes no poden subministrar el cabal requerit a la pressió necessària per al reg. També es comprova que el dipòsit es buida ràpidament.

Per tant, a la vista dels resultats obtinguts, es conclou que, amb les consideracions de demandes i horaris introduïts, es desprèn que el sistema funciona correctament, per l'horari de fonts, però no funciona en l'horari que entren els regs en funcionament per falta de cabal en el bombament i diàmetre insuficient de la canonada.

Analitzant la operativitat del sistema, es detecta que la bomba del pou d'abastament 1 està sobredimensionada. El tub que dona servei al reg del Trambaix i als regs associats a aquesta canonada té moltes fuites i per tant no està connectat al sistema. La seva reparació és molt complicada, ja que es troba sota els vies del tramvia.

10.1.3.4. Sistema Lesseps

Aquest sistema obté l'aigua de l'esgotament de TMB de Lesseps, que bombeja l'aigua cap a un dipòsit d'acumulació de 45 m³, i dona servei als regs de la Ronda del Mig i de la plaça Lesseps, als hidrants de Lesseps i Muntaner, i al centre de neteja de Santa Perpètua. Actualment existeix una canonada de distribució per la Ronda general Mitre que connecta el dipòsit de Lesseps amb el dipòsit de Muntaner, però actualment aquesta instal·lació està fora de servei per manca d'aigua. El cabal de subministrament de l'esgotament introduït en el model de simulació del sistema és de 4,6 l/s. Els cabals punta estimats dels diferents punts de consum s'adjunten en la taula següent.

escomesa	Q(l/s)	pattern_id
Centre neteja	1.5	REG
Hidrant Lesseps	8	HIDRANT
Reg Lesseps	1.89	REG
Hidrant Muntaner	20	HIDRANT
Reg Ronda del Mig	6	REG
Reg plaça	2	REG

Taula 57. Cabals punta estimats per a la modelització del sistema Lesseps.

Segons els resultats de la modelització, a l'inici de la simulació s'omple el dipòsit de Muntaner, i un cop ple es posen en marxa els hidrants. Posteriorment entren en funcionament els regs, amb pressions correctes. No obstant, quan el dipòsit de Muntaner es buida, les bombes no poden subministrar el cabal necessari per al seu compliment a la pressió requerida. Amb el dipòsit ple, els regs connectats al dipòsit de Muntaner funcionen correctament a la pressió requerida.

Per tant, es pot concloure que el sistema funciona correctament excepte quan es solapa la demanda del reg amb l'ompliment del dipòsit de Muntaner.

Respecte a la operativa de la xarxa, els bombaments funcionen correctament, però cal destacar que l'aigua provinent del metro en aquest punt dona problemes de qualitat als usuaris connectats, taponen la xarxa de reg i embruta els aspersors.

10.1.3.5. Sistema Doctors Dolsa

El sistema Doctors Dolsa s'abasteix d'un pou d'extracció d'aigua freàtica que omple el dipòsit d'emmagatzematge d'aigua freàtica, de 900 m³ de volum, vinculat al dipòsit de regulació de la xarxa de clavegueram de Doctors Dolsa, amb un cabal mig de 4 l/s (2 l/s en continu). A la Taula 58 es llisten els punts de consum que depenen d'aquest sistema i els cabals considerats per a la modelització de la xarxa. A més, el sistema dona servei als tancs de neteja del dipòsit de la xarxa de clavegueram.

escomesa	Q (l/s)	pattern_id
Hidrant Dolsa	20	HIDRANT
Reg Goday	2.24	REG
Jardins Doctors Dolsa	5.03	REG

Taula 58. Cabals punta estimats per a la modelització del sistema Doctors Dolsa

Segons els resultats de la modelització de la xarxa, el sistema funciona correctament. No obstant, la bomba del pou d'abastament existent està sobredimensionada, i no funciona correctament.

10.1.3.6. Sistema Joan Miró

El sistema Joan Miró s'abasteix de dos pous d'extracció d'aigua freàtica que omplen un dipòsit d'emmagatzematge d'aigua freàtica de 625 m³, vinculat al dipòsit de regulació de la xarxa de clavegueram de Joan Miró. Ambdós pous subministren un cabal total de 3,5 l/s (2,4 l/s en continu). A la Taula 60 es llisten els punts de consum que depenen d'aquest sistema i els cabals considerats per a la modelització de la xarxa. A més, el sistema dona servei als tancs de neteja del dipòsit de la xarxa de clavegueram. Actualment aquest sistema és deficitari, no disposa de recurs suficient per satisfer el cabal requerit per a l'ompliment del llac de l'Espanya Industrial en un temps raonable. La modelització de la xarxa s'ha realitzat considerant que aquest llac s'abasteix amb aigua potable (tal com està actualment). Amb aquestes consideracions, la modelització de la xarxa dona un resultat satisfactori.

escomesa	Q (l/s)	tipus
Bombers	1	HIDRANT
Font Dona i ocell	0.91	LLAC
Llac biblioteca	5.54	LLAC
Llac Espanya industrial	12.59	LLAC
Reg Escorxador	3.96	REG
Reg Espanya industrial	1.22	REG
Hidrant diputació	20	HIDRANT

Taula 59. Cabals punta estimats per a la modelització del sistema Joan Miró.

Analitzant la operativitat del sistema, es detecta que actualment falta recurs, tal com posa de manifest la modelització de la xarxa. Actualment, als mesos d'estiu alguns regs del parc es connecten a potables per manca de recurs d'aigua freàtica.

10.1.3.7. Sistema Bori i Fontestà

El sistema Bori i Fontestà s'abasteix d'un pou de captació que omple un dipòsit d'acumulació d'aigua freàtica de 400 m³ de volum, vinculat al dipòsit de regulació de la xarxa de clavegueram de Bori i Fontestà, amb un cabal de 4,8 l/s (3,5 l/s en continu). Aquest sistema dona servei a un hidrant, al reg del Turó Parc, i al tanc de neteja manual del dipòsit de clavegueram de Bori i Fontestà.

Les bombes d'extracció d'aigua freàtica estan sobredimensionades. La bomba treu massa aigua i hi ha risc de colmatació del pou per arrossegament de fons.

Segons els resultats de la modelització de la xarxa, el sistema funciona correctament. No obstant, cal comprovar el funcionament de la xarxa tenint en compte les aturades i arrencades de la bomba del pou d'abastament.

Destaquem també que el sistema és deficitari puntualment quan es buida el dipòsit per a realitzar els tasques de neteja del dipòsit de regulació del clavegueram (no s'ha modelitzat aquest aspecte).

10.1.3.8. Sistema Carmel-Clota – Rieres d'Horta

El sistema Rieres d'Horta s'abasteix d'un pou de captació d'aigua freàtica i de dos esgotaments del dipòsit de regulació de la xarxa de clavegueram de Rieres d'Horta, que omplen el dipòsit d'abastament d'aigua freàtica, amb un volum de 1.000 m³.

El pou de captació existent subministra 1 l/s, i els dos esgotaments que subministren aigua al dipòsit donen, el que està més a muntanya, 13,79 l/s i l'altre 1,36 l/s. A la taula següent s'indiquen els punts de consum i els cabals considerats per a la modelització de la xarxa.

escomesa	Q (l/s)	pattern_id
Hidrant Carmel CN	20	HIDRANT
Hidrant Carmel Ext	20	HIDRANT
Arqueta Intercanvi Reg 1 Rieres d'Horta	5.43	REG

Taula 60. Cabals punta estimats per a la modelització del sistema Rieres d'Horta.

A més d'aquests punts considerats, el sistema també dona servei al parc de neteja de Rieres d'Horta i als tancs de neteja del dipòsit de regulació de la xarxa de clavegueram.

A partir dels resultats de la modelització, es pot concloure que el sistema funciona correctament.

10.1.3.9. Sistema Vilalba dels Arcs

El sistema Vilalba dels Arcs s'abasteix d'un pou de captació que omple el dipòsit d'acumulació d'aigua freàtica de 370 m³ de volum, vinculat al dipòsit de regulació de la xarxa de clavegueram del Parc Central de Nou Barris. Aquest dona servei al reg i als llacs del Parc Central, a un hidrant i als tancs de neteja del dipòsit de clavegueram.

Segons les dades de la simulació, la bomba del pou de captació subministra un cabal de 4,67 l/s (1 l/s en continu). Els cabals considerats en la modelització de la xarxa són els següents:

escomesa	Q (l/s)	pattern_id
Hidrant Fabra i Puig	20	HIDRANT
Llac triangular	4.89	LLAC
Llac Sidney	2.44	LLAC
Parc Forum nord	4.56	REG

Taula 61. Cabals punta estimats per a la modelització del sistema Vilalba dels Arcs.

A l'inici de la simulació quan funcionen els llacs i entra una hora l'hidrant de Fabra i Puig, tot funciona correctament durant el temps de la simulació. Pel cabal considerat el dipòsit aguanta 7 hores sense buidar-se. Òbviament per l'emplenat dels llacs es necessitaria més volum de dipòsit però aquest aspecte no s'ha simulat. Més tard es posa en marxa el sistema de reg funcionant també correctament. A partir dels resultats obtinguts, amb les consideracions de demandes i horaris introduïts, es pot concloure que el sistema funciona correctament.

Analitzant la operativa del sistema, es detecta que el cabal considerat a la modelització és superior al real. La capacitat del pou és de 1 l/s, per tant la bomba està sobredimensionada. Es rega un terç de la superfície del parc donat que en aquest sistema el recurs és inferior a les demandes connectades a ell.

10.1.3.10. Sistema Torre Llobeta

El sistema de Torre Llobeta s'abasteix d'un pou de captació d'aigua freàtica que alimenten un dipòsit d'acumulació de 60 m³. El cabal d'abastament del pou de captació s'estima en 0,5 l/s. El sistema dona servei al reg de les cotxeres de Borbó, a un hidrant i a la Font de la Flama. Els resultats de la modelització de la xarxa donen un correcte funcionament d'aquest sistema pel que respecta a les demandes establertes i les pressions requerides per al reg.

A banda dels resultats de la simulació de la xarxa, cal destacar que un dels dos pous d'abastament està fora de servei per motius de seguretat. Per tant, amb el recurs que dona un dels dos pous, el sistema és deficitari, no hi ha recurs suficient per donar servei als punts de consum connectats.

10.1.3.11. Sistema La Maquinista

El sistema de la Maquinista s'abasteix d'un pou de captació que omple un dipòsit d'acumulació de 60 m³. El cabal subministrat pel pou s'estima en 7,3 l/s (5 l/s en continu). Aquest sistema dona servei al llac i al reg del parc de la Maquinista, i a un hidrant. Els cabals considerats en la modelització de la xarxa s'adjunten a la taula següent.

escomesa	Q (l/s)	pattern_id
Hidrant la Maquinista	20	HIDRANT
Reg La maquinista	2.68	REG
Llac La Maquinista	0.76	LLAC

Taula 62. Cabals punta estimats per a la modelització del sistema La Maquinista.

La modelització de la xarxa d'aquest sistema dona resultats satisfactoris tant de cabal com de pressió de funcionament, per tant es conclou que aquest sistema funciona correctament.

10.1.3.12. Sistema Urgell

El sistema d'Urgell s'abasteix d'un pou de captació d'aigua freàtica que alimenta un dipòsit d'acumulació de 150 m³, vinculat al dipòsit de regulació de la xarxa de clavegueram del carrer Urgell. El pou d'abastament del sistema dona un cabal mig de 4 l/s (2 l/s en continu). El sistema dona servei a un hidrant i a la neteja del dipòsit de clavegueram. Donat que el sistema no presenta problemes d'operativitat i és molt petit, no s'ha considerat necessari realitzar la modelització de la xarxa.

10.1.3.13. Sistema Escola Industrial

El sistema d'Escola Industrial s'abasteix d'un pou de captació d'aigua freàtica que alimenta un dipòsit d'acumulació de 200 m³, vinculat al dipòsit de regulació de la xarxa de clavegueram de l'Escola Industrial. El pou d'abastament del sistema dona un cabal mig de 2 l/s (1 l/s en conitnu). El sistema dona servei a un hidrant i a la neteja del dipòsit de clavegueram. Donat que el sistema no presenta problemes d'operativitat i és molt petit, no s'ha considerat necessari realitzar la modelització de la xarxa.

10.1.3.14. Sistema Torre de les Aigües

El sistema Torre de les Aigües s'abasteix d'un pou de captació d'aigua freàtica que alimenta directament a un hidrant, i omple el llac de l'interior d'illa. El pou d'abastament del sistema dona un cabal mig de 16,5 l/s (10 l/s en continu). Donat que el sistema no presenta problemes d'operativitat i és molt petit, no s'ha considerat necessari realitzar la modelització de la xarxa.

10.1.3.15. Sistema Rambla Brasil

El sistema de Rambla Brasil s'abasteix d'un esgotament subterrani de TMB que omple un dipòsit d'acumulació de 33 m³ ubicat a l'interior del túnel de TMB però de propietat municipal i gestionat per BCASA. Aquest sistema dona servei a un hidrant. Donat que el sistema no presenta problemes d'operativitat i és molt petit, no s'ha considerat necessari realitzar la modelització de la xarxa.

10.1.3.16. Sistema Baró de Viver

El sistema Baró de Viver està format per un pou d'abastament que dona servei a un hidrant directament, sense dipòsit d'acumulació. El pou d'abastament del sistema dona un cabal mig de 18,3 l/s en continu. Donat que el sistema no presenta problemes d'operativitat i és molt petit, no s'ha considerat necessari realitzar la modelització de la xarxa.

10.1.3.17. Sistema Antoni Campmany – Burgos

El sistema d'Antoni Campmany-Burgos s'abasteix d'un pou de captació d'aigua freàtica que omple un dipòsit d'acumulació de 120 m³. Aquest sistema dona servei a diferents elements de la coberta de les vies d'ADIF en el tram plaça de Sants – Riera Blanca. A la Taula 63 es llisten els punts als quals dona servei aquest sistema.

escomesa	Q (l/s)	pattern_id
Reg Pavia	1.66	REG
Reg Sugranyes	1.66	REG
Hidrant Burgos	20	HIDRANT
Font Cobriment Sant	2.77	LLAC

Taula 63. Cabals punta estimats per a la modelització del sistema Burgos – Antoni Campmany

De la llista anterior, cal tenir en compte que els regs encara no han entrat en funcionament, a l'espera de la consolidació de la vegetació, i la font de moment no es posarà en marxa per motius de qualitat. El cabal teòric d'abastament del pou és de 10 l/s. Amb aquest cabal d'entrada, els resultats de la modelització donen que el sistema funciona correctament.

10.1.3.18. Sistema Bon Pastor

El sistema de Bon Pastor està format per un pou de captació d'aigua freàtica connectat a un dipòsit d'acumulació de 30 m³, que dona actualment servei a un reg de la nova urbanització de la zona de Bon Pastor, amb una demanda estimada de 2,2 l/s. El cabal d'extracció del pou d'abastament és de 8 l/s, suficient per satisfer les demandes connectades. Per tant, el sistema funciona correctament.

10.2. MILLORA DEL FUNCIONAMENT I LA OPERATIVITAT DE LA XARXA D'AIGUA FREÀTICA EXISTENT

A partir de la diagnosi del funcionament de cada sistema, exposada a l'apartat anterior, es proposen les actuacions necessàries pel condicionament dels sistemes existents, amb els objectius de donar servei als usuaris en condicions òptimes, millorar la operativitat dels sistemes i optimitzar les tasques manteniment de la xarxa.

La modelització de la xarxa s'ha realitzat tenint en compte els criteris següents:

- S'han considerat les demandes actuals i planificades en les actuacions d'ampliació de la xarxa, per tal de comprovar que la xarxa funcioni correctament amb la incorporació al sistema de les escomeses planificades.
- S'ha considerat un 10% de pèrdues a la xarxa.
- Totes les demandes funcionen al mateix temps excepte les demandes que provenen d'un hidrant, que s'ha comptat el període de càrrega dels camions. S'han modelitzat els sistemes perquè funcionin amb totes les demandes al mateix temps durant 8 h.

Respecte a la operativitat de la xarxa, s'ha analitzat cadascun dels sistemes per detectar les mancances actuals i determinar les actuacions necessàries par a poder realitzar una correcta explotació de la xarxa d'aprofitament d'aigua freàtica. Com a criteris generals, aplicables a tots els sistemes, destaquem:

- Tots els bombaments han de disposar de transductors de pressió, comptadors d'aigua i d'electricitat, per poder realitzar el control de consums d'aigua i energia dels sistemes.
- Tots els elements de control i operació dels sistemes (comptadors d'aigua, elèctrics, transductors de pressió, bombaments, valvuleria) han d'estar telecontrolats, de manera que es puguin operar i supervisar dels del centre de control de BCASA.

Respecte al seguiment i control de la qualitat de l'aigua, es proposen a nivell general instal·lar sistemes de cloració en continu en aquells dipòsits que no en disposin. En tot cas, es valorarà la viabilitat de la implantació dels sistemes en cada cas, tenint en compte l'espai disponible, si el dipòsit té sobreexidor al clavegueram, i la prioritització de les actuacions.

10.2.1. Sistema Anella Poblenou - Taulat-Fòrum – Ciutadella

10.2.1.1. Actuacions de millora del funcionament de la xarxa

Tal com s'ha exposat a l'apartat de diagnosi de la xarxa, l'anella Poblenou no funciona correctament, es donen pressions negatives en algunes escomeses de reg, provocades per falta de cabal en les bombes d'impulsió i perquè la secció de la canonada de sortida de la impulsió del dipòsit d'Alfons el Magnànim és insuficient per subministrar el cabal requerit a l'anella.

Per a donar solució a aquests problemes detectats, es proposen les següents actuacions:

- Substituir les 4 bombes d'impulsió existents al dipòsit d'Alfons el Magnànim per 5 noves bombes amb una capacitat de 13 l/s i 85 mca.

- Construcció de 4 nous pous de captació d'aigua freàtica a la Canòpia, per abastir el dipòsit d'acumulació planificat a la Canòpia de 1.500 m³ de volum, que subministrarà aigua a l'anella per resoldre els problemes de manca de recurs que hi ha actualment.
- Implantació d'un nou sistema de reg a la Canòpia que sigui independent de l'anella Poblenou.
- Interconnexió de l'anella amb el dipòsit d'acumulació en construcció del Passeig de Sant Joan.
- Connexió de l'anella amb el nou sistema de l'Av. Meridiana.
- Restablir la connexió que falta a Bac de Roda per l'Av. Diagonal.
- Tancar l'anella des de la Gran Via fins al Front Litoral.

S'introdueixen aquestes actuacions proposades en el model de simulació de la xarxa, obtenint uns resultats satisfactoris. En tots els punts de consum, es donen pressions superiors a 50 mca., durant una jornada laboral de 8 hores. Aquests resultats s'obtenen fent la consideració que el cabal màxim que es subministra al llac de Diagonal mar és de 9 l/s. Si calgués omplir el llac després d'un buidat complet, o si es requereixen cabals superiors, aquesta operació s'hauria de coordinar amb espais verds, per tal que no coincideixi amb els horaris de reg.

10.2.1.2. Actuacions de millora de l'operativitat de la xarxa

A continuació es descriuen les actuacions de millora en la operativitat de la xarxa necessàries per a una òptima explotació del sistema:

- Cal implantar un sistema de control automàtic remot per a l'emplenat dels dipòsits del sistema Taulat – Alfons el Magnànim – Parc de la Mina. El sistema d'emplenat dels dipòsits de Taulat - Alfons el magnànim – Parc de la Mina no és un sistema automàtic, és un operador qui manualment des del centre de control controla l'emplenat de Taulat i Alfons el Magnànim en horari laboral, i en el cas del parc de la Mina ho fa manteniment manualment. Per a poder fer un ús eficient del recurs i donar un millor servei cal programar un sistema automàtic remot que gestioni els emplenats automàticament d'acord amb les demandes de cada sistema.
- Cal realitzar un estudi de tota la xarxa del sistema, per detectar les fuites existents i comprovar l'estat de la xarxa, localitzar els consums no controlats, etc.
- Cal instal·lar a totes les escomeses un transductor de pressió, una vàlvula motoritzada i un cabalímetre per rebre totes les dades al centre de control de BCASA, excepte a les escomeses que ja en disposin.
- Cal reprogramar el control horari a la vàlvula d'emplenat del dipòsit del parc central del Poblenou.
- Cal modificar les instal·lacions de Fonts que ho requereixin per a fer possible l'emplenat amb control horari.
- Les arquetes de by-pass de Sant Ramon de Penyaforat estan situades sota places d'aparcament i no es pot accedir. Caldria desplaçar-les i ubicar-les en un lloc de fàcil accés per a realitzar les tasques de manteniment.
- Cal instal·lar un bombament independent per a l'hidrant de Taulat/Rambla Prim.

- Cal instal·lar cabalímetres i comptadors elèctrics a tots els bombaments que no en tenen, per poder realitzar el telecontrol de tots els elements.
- Cal instal·lar transductors de pressió a tots els bombaments del sistema Taulat, que permetin rebre la lectura des del centre de control de BCASA.
- Les neteges automàtiques i manuals del dipòsit de clavegueram de Taulat tenen fuites, cal estudiar millores per eduir aquestes fuites, tenint en compte les característiques de la instal·lació o bé fer la instal·lació nova.
- Cal renovar les arquetes existents del sistema, incorporant drenatges en les mateixes, canviant les tapes per tapes de l'Ajuntament de Barcelona, i substituint la valvuleria antiga allà on sigui necessari.
- Cal instal·lar una arqueta de control a Auditoris, no es pot accedir al comptador ja que està situat a l'interior d'una sala d'Espais Verds, i incorporar un transductor de pressió i un comptador d'aigua telecontrolat.

10.2.2. Sistema Montjuïc

10.2.2.1. Actuacions de millora del funcionament de la xarxa

Segons els resultats de la modelització de la xarxa del sistema de Montjuïc, s'ha comprovat que el sistema no proporciona pressió d'aigua suficient per al reg dels espais verds que s'hi connecten, i la capacitat d'acumulació d'aigua dels dipòsits no és suficient per a garantir el cabal requerit pels consums connectats al sistema. Per a resoldre aquesta problemàtica, el Pla preveu les següents actuacions:

- Renovació del tub d'impulsió que dona servei a Mirador de Poble Sec, Carlos Ibáñez, Jardins de la Primavera, Plaça Armada, Costa Llobera i centre de neteja, ja que s'està aprofitant un tram de l'antiga xarxa de baldeig. Aquest tub està instal·lat just al costat de la xarxa de gas, van en paral·lel. Caldria d'instal·lar també un sistema de control de petites fuites, per temes de seguretat.
- Construcció d'un nou pou d'abastament a la plaça Josep Maria Folch i Torres, que alimenti el dipòsit de Paral·lel, amb una capacitat aproximada de 20 l/s.
- Construcció d'un nou pou d'abastament al carrer Sant Llätzer que alimenti el dipòsit del Raval, amb un cabal estimat de 1 a 5 l/s.
- Connexió de l'esgotament subterrani de la Biblioteca de Sant Pau, al carrer Hospital, amb el dipòsit del Raval. Aquest esgotament té un cabal estimat de 1 l/s.
- Connexió del sistema de Montjuïc amb el nou sistema del Pg. de Sant Joan mitjançant una canonada per la Ronda Sant Pere, les Rambles, i el carrer Hospital fins al dipòsit de la Rambla del Raval.

Amb aquestes actuacions s'aconseguiria augmentar el cabal que puja al Viver fins a 38 l/s, per a poder subministrar els demandes actuals i futures. Per poder gestionar aquest augment de cabal, es proposa un augment de volum de la tercera bassa del Viver fins a 600 m³. Caldrà renovar les bombes per tal que siguin capaces de subministrar aquest cabal.

- L'increment de volum del dipòsit del Viver permetrà augmentar al seu torn el cabal que alimenta el dipòsit del castell fins a 32 l/s, per a satisfer els demandes actuals i futures. Això fa necessari incrementar la capacitat del dipòsit del castell de Montjuïc fins a 1.400 m³, per poder emmagatzemar i subministrar correctament l'aigua que li arribarà del Viver.
- El tub d'impulsió del Viver al Castell presenta una disminució de la secció per calcificació en l'interior del tub. Caldria recuperar la secció original del tub, per poder guanyar capacitat, mitjançant una descalcificació de la xarxa.
- El bombament que dona servei al Mirador de Poble Sec, Carlos Ibáñez, Jardins de la Primavera, Plaça Armada, Costa Llobera i centre de neteja, està treballant a alta pressió per poder regar els parcs de la muntanya directament des del dipòsit de Montjuïc. Es proposa la construcció d'un nou dipòsit de 300 m³ per poder regar aquests parcs per gravetat.
- Reparació o substitució del tram de xarxa comprès entre el Liceu i el Raval, ja que aquest té fuites en diversos punts.

L'objectiu d'aquesta ampliació dels dipòsits i dels bombaments del sistema Montjuïc és generar dos pisos de pressió, un des del dipòsit del Castell i l'altre des del dipòsit de Viver. La xarxa connectada al primer dipòsit (cota 175) seria la del Pg. Olímpic i la de l'Avinguda de l'Estadi fins a la plaça St. Jordi. La xarxa connectada al Viver (cota 125) seria la resta de l'Avinguda de l'Estadi i totes les fonts i cascades de l'Avinguda Maria Cristina. Amb aquesta actuació integral es preveu resoldre els problemes de manca de pressió en alguns punts, i poder dotar d'aigua a tots els punts de Montjuïc.

S'introdueixen aquestes modificacions a la xarxa en el model de simulació del sistema, i es comprova que el sistema funciona correctament, considerant totes les demandes de reg simultànies durant 8 hores i les demandes de les fonts de l'Eix Maria Cristina durant 7 hores.

A la figura següent es representen gràficament les actuacions proposades per a la millora del funcionament de la xarxa descrites anteriorment.

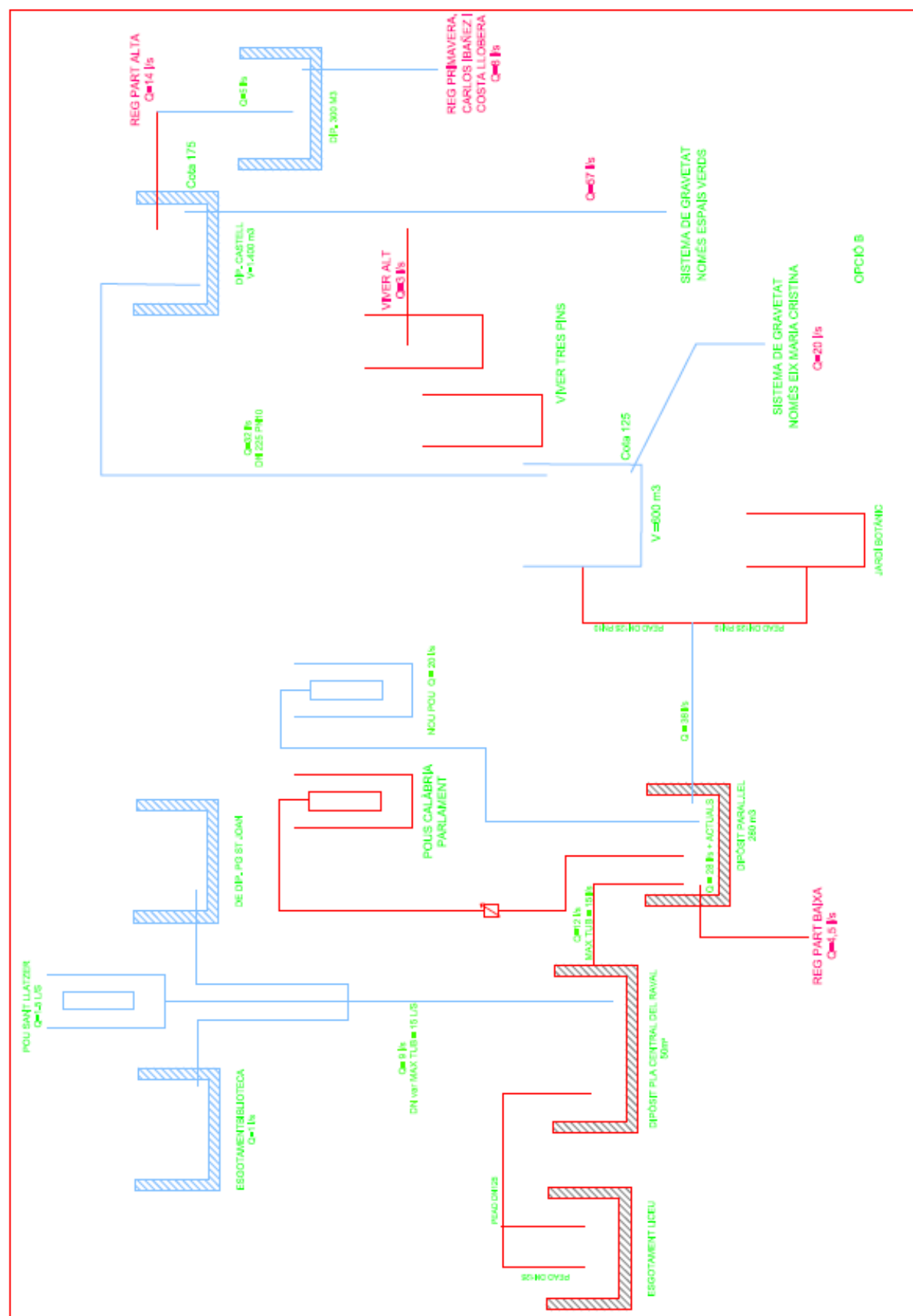


Figura 41. Esquema del funcionament del sistema de Montjuïc

10.2.2.2. Actuacions de millora de l'operativitat de la xarxa

A continuació es descriuen les actuacions de millora en la operativitat de la xarxa necessàries per a una òptima explotació del sistema:

- Cal instal·lar a totes les escomeses un transductor de pressió, una vàlvula motoritzada i un cabalímetre per rebre totes les dades al centre de control de BCASA, excepte a les escomeses que ja en disposin.
- Cal renovar les tres bombes de Paral·lel que impulsen aigua a Viver de Tres Pins i instal·lar-hi transductors de pressió a tots els bombaments del dipòsit de l'Av. Paral·lel.
- Als Jardins d'Acclimatació, un dels regs alimenta també el llac. Cal segregar-lo en dues escomeses independents, una pel reg i una pel llac.
- La xarxa interna de l'estadi Serrahima es troba en un estat que impedeix la connexió a la xarxa d'aigua freàtica. Caldria condicionar tota la xarxa interior del complex esportiu.
- A la xarxa que s'alimenta del Viver de Tres Pins, cal realitzar les següents actuacions:
 - Construir noves canalitzacions i recablejar els senyals dels dipòsits, sensors, etc.
 - Instal·lar grups de pressió individuals en els parcs on el reg per gravetat no proporciona pressió suficient.
 - La impulsió a castell de Montjuïc es posa en marxa quant es detecta falta de nivell en el Castell de Montjuïc, com que els enllaços de comunicació són sense cables i en la zona la cobertura es molt deficient, les bombes han de funcionar en mode manual. Cal instal·lar un sistema de comunicació per cable per que les bombes puguin funcionar de forma autònoma.
 - Cal instal·lar transductors de pressió a la part baixa de la xarxa de distribució, aprofitant les arquetes existents.
- Cal instal·lar comptadors de cabal i elèctrics en tots els bombaments que abasteixen als regs i que impulsen aigua a d'altres dipòsits, amb els elements necessaris per al seu telecontrol des del centre de control de BCASA.

10.2.3. Sistema Zona Universitària

10.2.3.1. Actuacions de millora del funcionament de la xarxa

Segons els resultats obtinguts a la diagnosi de la xarxa, quan estan tots els elements connectats simultàniament en servei, el sistema no funciona correctament per falta de cabal i diàmetre insuficient de la canonada d'abastament. Per tant, caldrà analitzar el funcionament del sistema amb les noves connexions previstes, per determinar si realment és necessari construir un nou pou d'abastament.

Com ja s'ha exposat a la diagnosi, el tub d'abastament del reg del Trambaix està en mal estat i té moltes pèrdues, per tant està desconnectat i no s'hi poden connectar nous regs. Cal substituir aquest tub, no obstant aquesta actuació no està inclosa en el present Pla, ja que el manteniment i la substitució d'aquest tub és a càrrec del TRAM.

Analitzant la operativitat del sistema, es detecta que la bomba del pou d'abastament 1 està sobredimensionada. El tub que dona servei al reg del Trambaix i als regs associats a aquesta canonada té moltes fuites i per tant no està connectat al sistema. La seva reparació és molt complicada, ja que es troba sota els vies del tramvia.

10.2.3.2. Actuacions de millora de l'operativitat de la xarxa

A continuació es descriuen els actuacions de millora en la operativitat de la xarxa necessàries per a una òptima explotació del sistema:

- La bomba d'extracció del pou 1 del Dipòsit de Zona Universitària (DZUN) està sobredimensionada, per tant cal substituir-la per una bomba adequada al cabal d'aigua que dona el pou.
- Cal establir un control horari a les escomeses dels regs i llacs del sistema, per tal d'optimitzar el recurs.
- Cal renovar les arquetes de control d'intercanvi del Palau Reial, i instal·lar comptadors en els punts on no n'hi hagi.
- Cal instal·lar un comptador a cada ramal de parcs i jardins que penja del tub de TRAM.
- Alguns llacs del Palau de Pedralbes s'alimenten de l'escomesa del reg. Cal separar els regs de l'emplenat dels llacs, de manera que cada element tingui la seva arqueta de control corresponent.
- Respecte als comptadors, cal telecontrolar els comptadors elèctrics existents, i instal·lar comptadors d'aigua automàtics.

10.2.4. Sistema Bori i Fontestà

10.2.4.1. Actuacions de millora de l'operativitat de la xarxa

Es proposen les següents actuacions de millora per aconseguir una òptima explotació dels sistema:

- Substitució de la bomba del pou d'abastament per una bomba que s'ajusti a les necessitats de l'aquífer, i a les demandes de les connexions actuals i futures previstes al sistema. La que hi ha actualment treu massa cabal.
- Retirada de la segona bomba del pou que està espatllada i aturada.
- Cal instal·lar un transductor de pressió en el bombament de l'hidrant que permeti fer la lectura des del centre de control de BCASA.
- Cal instal·lar comptadors d'aigua i d'electricitat telecontrolats en l'escomesa de la neteja manual i automàtica del dipòsit de regulació del clavegueram de Zona Universitària.
- Cal realitzar el desdoblament de l'escomesa del reg del Turó Parc, remodelar les arquetes que estiguin en mal estat.

10.2.5. Sistema Vilalba dels Arcs

10.2.5.1. Actuacions de millora del funcionament de la xarxa

Com ja s'ha exposat a la diagnosi, aquest sistema presenta una manca de recurs per a poder donar servei als elements connectats en condicions òptimes. Per a resoldre aquesta problemàtica, i donat que el subsòl d'aquesta zona no hi ha prou aigua, per augmentar el recurs disponible es planteja connectar aquest sistema amb el nou sistema previst a la Ronda de dalt, que aportarà aigua des del subalvi del Besòs.

10.2.5.2. Actuacions de millora de l'operativitat de la xarxa

Es proposen les següents actuacions de millora per aconseguir una òptima explotació dels sistema:

- La bomba del pou d'abastament està sobredimensionada. La capacitat del pou és inferior al cabal que extreu la bomba, per tant cal canviar-la per una bomba que s'adapti al recurs existent, que extregui aproximadament 1 l/s.
- Cal instal·lar transductors de pressió als regs i llacs connectats al sistema, que permetin rebre la lectura al centre de control de BCASA.
- Cal telesupervisar el comptador elèctric del pou d'abastament i de l'hidrant.
- Cal instal·lar comptadors en els sistemes de neteja manual i automàtica del dipòsit de clavegueram que permetin rebre la lectura al centre de control de BCASA.

10.2.6. Sistema Joan Miró

10.2.6.1. Actuacions de millora del funcionament de la xarxa

Tal com s'ha exposat a la diagnosi, el sistema presenta una manca important de recurs. Per a resoldre aquesta problemàtica, i poder satisfer les demandes actuals i futures connectades a aquest sistema, es fan les següents actuacions:

- Construcció d'un nou pou d'abastament que alimenta el dipòsit d'acumulació de Joan Miró, amb una capacitat de 2 l/s. Des del dipòsit de Joan Miró es dona servei al nou parc de neteja, i també als regs i llacs del parc de Joan Miró.
- Es proposa la construcció de 3 nous pous d'abastament per a l'ompliment directe del llac de l'Espanya Industrial, per tal que no depengui del dipòsit de Joan Miró.

10.2.6.2. Actuacions de millora de l'operativitat de la xarxa

Cal instal·lar comptadors i transductors de pressió en aquells elements on sigui necessari, que permetin rebre la lectura al centre de control de BCASA.

10.2.7. Sistema Doctors Dolsa

10.2.7.1. Actuacions de millora de l'operativitat de la xarxa

Les actuacions necessàries per a la correcta explotació d'aquest sistema són els següents:

- La bomba del pou d'abastament està sobredimensionada, cal substituir-la per una que s'ajusti al cabal que pot aportar l'aquífer en aquest punt.
- Cal instal·lar transductors de pressió als bombaments del sistema, que permetin rebre la lectura al centre de control de BCASA.
- Cal remodelar les arquetes exteriors per a facilitar les tasques de manteniment de la xarxa.

10.2.8. Sistema Urgell

10.2.8.1. Actuacions de millora de l'operativitat de la xarxa

Les actuacions necessàries per a la correcta explotació d'aquest sistema són els següents:

- Cal realitzar millores en l'accés al magatzem de les garrafes dels sistema de cloració del dipòsit.
- Cal instal·lar un comptador al pou d'abastament que permeti rebre la lectura al centre de control de BCASA.

10.3. ACTUACIONS D'AMPLIACIÓ DELS SISTEMES EXISTENTS

En aquest apartat es descriuen les actuacions d'ampliació dels sistemes d'aprofitament d'aigua freàtica existents que proposa el Pla, en base a les demandes definides en l'apartat 8, *Anàlisi de la Demanda*.

Per a cadascun dels sistemes es proposen diferents actuacions d'ampliació de la xarxa, amb l'objectiu de donar servei a les demandes establertes a l'àmbit d'influència d'aquests. En el present capítol es descriuen les actuacions proposades per a cada sistema i les corresponents demandes servides. Aquestes es representen gràficament als plànols 7.1 a 7.17, on s'indiquen els punts que es connecten a la xarxa i el consum anual estimat de cadascun d'ells.

La planificació de la xarxa d'aigua freàtica s'ha realitzat tenint en compte diferents criteris, com ara els requeriments dels diferents usuaris i de l'explotació de la xarxa, o bé criteris de sostenibilitat i eficiència energètica de les instal·lacions.

De forma global, es pot dir que existeixen dues formes conceptualment diferents de plantejar els sistemes d'aprofitament d'aigua freàtica, que són:

- Crear unitats de gestió petites, alimentades per captacions individuals, de manera que cada unitat de demanda funcioni de forma independent.
- Crear una xarxa mallada, amb sistemes interconnectats entre sí, que permeti l'abastament des de diferents pous de captació, on es vagin connectant els punts de consum.

Degut a la distribució territorial del recurs i de les demandes a la ciutat, es poden adoptar qualsevol dels dos plantejaments segons el cas, i fins i tot la combinació d'ambdós. En qualsevol cas, cal destacar que la interconnexió de xarxes i sistemes entre sí aporta més seguretat i fiabilitat de subministrament, criteri que s'ha seguit en el desenvolupament de la xarxa d'aigua freàtica de la ciutat, com es pot veure en els dos grans sistemes en funcionament (Montjuïc i Poble Nou).

10.3.1. Criteris de planificació de la xarxa d'aigua freàtica

Analitzats els recursos disponibles i els diferents usos establerts en els apartats anteriors, cal establir uns criteris generals per al desenvolupament de la xarxa d'aprofitament d'aigua freàtica, en base a diferents aspectes. A continuació s'exposen els criteris establerts en el present Pla per a la planificació de la xarxa d'aprofitament d'aigua freàtica.

10.3.1.1. Distribució territorial del recurs

La geografia de la ciutat de Barcelona, situada entre la serralada de Collserola, els rius Llobregat i Besòs i el mar, dona lloc a l'existència de varies zones dins la ciutat amb característiques hidrogeològiques ben diferents, que es descriuen a continuació:

- A la part central de Barcelona (quaternari recent i una part del quaternari antic i el terciari), és factible aprofitar l'aigua emmagatzemada en el subsòl i per tant es poden plantejar captacions i aprofitaments localitzats, inclús plantejar la possibilitat de generar xarxes de més longitud per distribució de l'aigua o la creació de dipòsits per poder satisfer el cabal punta que demanen alguns usos.
- A la zona de Sant Andreu i front fluvial del Besòs, el freàtic és abundant i superficial, per tant a més de satisfer els usos establerts en aquest sector de la ciutat, pot perfectament aportar aigua a d'altres zones on el freàtic no estigui disponible.
- A la part alta de la ciutat propera a la serralada de Collserola, el subsòl està compost per pissarres i granitoïds, materials poc permeables. Per tant, no és viable fer-hi captacions d'aigua freàtica. Per tant, en aquesta zona caldria plantejar l'aprofitament d'altres recursos hídrics alternatius, com ara els aigües pluvials, o bé portar l'aigua mitjançant canalitzacions des d'altres punts de la ciutat on el recurs sigui més abundant.
- A la zona litoral tampoc es recomana fer captacions d'aigua freàtica degut a què en aquest sector l'aquífer pot patir problemes de salinització, i per tant la qualitat de l'aigua extreta no és apta per als usos establerts en el present Pla. Per això cal portar també l'aigua des d'altres zones, que poden ser l'al·luvial del Besòs o bé de pous de captació situats a la zona central, o bé impulsar l'aprofitament d'altres recursos hídrics alternatius.

Pel que fa a l'aigua del subsòl captada a través dels esgotaments d'infraestructures subterrànies, la ubicació d'aquests esgotaments determinarà la viabilitat del seu aprofitament, per a donar servei a les demandes que es trobin situades al seu àmbit d'influència. En qualsevol cas, es tindran en compte aquells esgotaments que tinguin un cabal superior a **50.000 m³/any**.

10.3.1.2. Requeriments dels usuaris

Aquest criteri inclou tant aspectes quantitatius com qualitius de la demanda establerta pels diferents usuaris, a partir de l'anàlisi de la demanda realitzat a l'apartat 8 del present Pla. A continuació s'exposen els criteris de planificació de la xarxa establerts a partir de les necessitats recollides arran de les reunions tècniques que s'han dut a terme amb els diferents usuaris durant la redacció del present Pla.

Reg d'espais verds i horts urbans

El criteri de partida per a la planificació de la connexió dels espais verds a la xarxa d'aprofitament d'aigua freàtica establert en el present Pla, com ja s'ha exposat en l'apartat 8.1.1 del present document, consisteix en:

- la connexió dels espais verds que tinguin un consum estimat superior a 1.000 m³/any.
- la connexió dels espais verds que tinguin un consum estimat entre 500 i 1.000 m³/any i que es puguin connectar fàcilment a la xarxa d'aigua freàtica existent i planificada.

Els consums estimats s'han calculat a partir dels resultats obtinguts de l'estudi de necessitats hídriques dels espais verds que s'inclou a l'Annex 12 del present document. La metodologia de càlcul s'explica breument a l'apartat 8.1.1 del present document.

El dimensionament de la xarxa d'abastament per al reg d'espais verds es realitza tenint en compte els criteris següents:

- la xarxa d'abastament ha de garantir una pressió mínima en el punt de sortida de 50 mca per tal que l'aigua en els aspersors tingui la pressió necessària per a regar correctament.
- El cabal punta de disseny de la xarxa equival al cabal necessari per a obtenir la pluviometria requerida per al reg dels diferents grups d'espècies especificats en el *Manual de Reg d'Espais Verds, edició setembre 2013*. S'adopta com a valor de referència per al càlcul la pluviometria orientativa per a un difusor, equivalent a 50 l/m²/h (corresponent a l'element que requereix major cabal segons el manual de reg). Tenint en compte que habitualment els parcs grans es divideixen en sectors de 100 m² aproximadament, s'ha suposat que el sistema pugui abastir a dos sectors simultàniament, per tant el cabal de disseny equival a 10 m³/h, és a dir, **2,7 l/s**.

En qualsevol cas, i per a parcs de grans dimensions, caldrà verificar aquestes hipòtesis de dimensionament adoptades com a criteri general de planificació de xarxes, i adaptar-les per a cada cas en particular.

Respecte dels horts urbans, es connectaran aquells que es situïn a prop d'un punt de connexió de la xarxa d'abastament d'aigua freàtica, i el seu consum sigui significatiu.

Llacs i fonts ornamentals

El criteri establert en el present Pla per a l'abastament de llacs i fonts ornamentals amb recursos hídrics alternatius fixa els objectius següents:

- la connexió d'aquelles fonts que tinguin un consum anual estimat superior a 1.000 m³/any.
- la connexió d'aquelles fonts que tinguin un consum anual estimat entre 500 i 1000 m³/any i estiguin situades al costat d'una xarxa existent o planificada per a altres usos.

Hidrants per neteja urbana i del clavegueram

Els hidrants es situaran propers als dipòsits d'abastament, en llocs de fàcil accés i estacionament pels camions de recàrrega. A més, sempre que sigui possible, en tots els centres de neteja es

preveurà col·locar un hidrant per la recàrrega de camions previ la seva sortida per la jornada de neteja de carrers.

Per tal de garantir el cabal necessari per a la càrrega de camions en els hidrants, caldrà incorporar un dipòsit de regulació en aquests, per garantir un cabal de sortida de 20 l/s (necessari per una càrrega adequada dels camions).

Neteja dels dipòsits reguladors del clavegueram

Tots els dipòsits de retenció d'aigua hauran de ser netejats després del seu buidat amb un recurs hídric alternatiu, sigui quin sigui el seu volum. La neteja de la xarxa de clavegueram s'haurà de realitzar sempre amb recurs hídric alternatiu.

Equipaments esportius

Es connectaran a la xarxa d'abastament d'aigua freàtica aquells camps esportius que tinguin un consum estimat superior a 1.000 m³/any.

Altres equipaments públics

En aquest apartat s'inclouen altres equipaments municipals (com el zoològic, l'edifici Fòrum, Museu del Disseny,...), les piscines públiques, i les instal·lacions de rentat de vehicles destinats al transport públic (trens i autobusos).

En aquests casos, es prioritzaran aquells equipaments que consumeixen més quantitat d'aigua, o aquells que quedin a prop de la xarxa planificada i que tinguin alguna singularitat en el seu consum que faci viable la connexió als sistemes d'aprofitament de recursos hídrics alternatius.

10.3.1.3. Disseny de la xarxa

El disseny i planificació de la xarxa s'ha de realitzar tenint en compte els següents aspectes:

- Sectorització de la xarxa: permet una gestió més eficient de la xarxa, facilita les tasques de manteniment, la detecció i reparació de fuites sense haver de deixar fora de servei els altres punts de consum. Cal sectoritzar les canonades amb una vàlvula de tall, cada 300 metres aproximadament, amb desguàs connectat al clavegueram, per tasques de manteniment o de modificacions de la xarxa, per exemple, connexions de noves escomeses o ramals. En les derivacions de la canonada principal caldrà instal·lar també una vàlvula de tall.
- Mallatge de la xarxa: cal interconnectar entre sí els diferents sistemes d'aprofitament d'aigua freàtica sempre que sigui possible, per tal que aquests puguin ser abastits com a mínim des de dos punts diferents. Aquesta redundància incrementa la garantia de servei, ja que permet l'abastament alternatiu en cas de fallida d'un dels sistemes.
- Connexió a la xarxa d'aigua potable: les escomeses d'aigua freàtica han disposar de connexió a la xarxa d'aigua potable, per tal de garantir el subministrament en cas que l'aigua freàtica no compleixi els requeriments de qualitat per a l'ús o bé hi hagi manca de disponibilitat d'aigua en el sistema.
- Subministrament per gravetat: sempre que sigui possible caldrà dissenyar xarxes que funcionin per gravetat, ja sigui total o parcialment, mitjançant la instal·lació d'un dipòsit en un

punt alt a partir del qual es puguin satisfer les demandes per gravetat. En el cas que no sigui possible, es plantejaran sistemes locals focalitzats en parcs i àrees d'influència del voltant, en els que el cabal estigui satisfet per un bombament puntual, sense plantejar grans xarxes de distribució.

- En les xarxes a pressió, en els elements que no requereixen pressió que hi estiguin connectats, com ara els dipòsits, ompliment de fonts o els hidrants, caldrà incorporar vàlvules o algun altre mecanisme similar que permeti mantenir la pressió en el sistema en el cas que s'obri la vàlvula de subministrament d'aquests elements, per garantir que la pressió a la xarxa es mantingui en els valors necessaris pel bon funcionament dels regs connectats.
- Cal posar una ventosa per treure o introduir aire en els punts alts o canvis bruscos de rasant, i sempre al voltant de cada 300 metres de canonada.
- En passos sota instal·lacions ferroviàries, sobretot Tramvia, cal posar les canonades dins d'un passatubs, amb dues arquetes a cada extrem del creuament. Igualment cal fer-ho en calçades amb un trànsit molt intens o en grans vies de circulació.
- Dimensionament de les canonades d'abastament: la justificació dels diàmetres de les canonades i dels volums dels dipòsits s'ha realitzat seguint els criteris indicats a la Taula 64.
 - Càlcul del diàmetre de les conduccions: a partir del consum (en m³/any), es passa a cabal instantani (en l/s) per poder aplicar-li la fórmula de *Colebrook* fent que l'aigua no superi una velocitat de 1,5 m/s, i d'aquí s'obté el diàmetre interior mínim de les conduccions, que s'arrodoneix a l'alça per dos tipologies de pressió nominal: PN10 i PN16.
 - Càlcul del volum dels dipòsits: a partir del consum (expressat en m³/any), es passa a cabal diari, considerant 3 regs a la setmana.
 - Puntualment en alguns sistemes caldria considerar uns factors punta i simultaneïtats, els quals es tracten en cada cas.

CONSUM ANUAL (M³/ANY)	CABAL INSTANTANI (L/S)	DNI (MM)	DN PN-10	DN PN-16	V (M³)
0-2.500	0,80	35	40	40	30
2.500-5.000	1,61	40,8	50	50	30
5.000-10.000	3,22	53	65	65	70
10.000-15.000	4,82	61	75	75	150
15.000-20.000	6,43	73,44	90	90	150
20.000-30.000	9,65	89,76	110	110	200
30.000-40.000	12,86	102	125	125	250
40.000-50.000	16,08	114,2	140	140	350
50.000-60.000	19,29	130	160	160	450
60.000-80.000	22,51	146,8	180	180	550
80.000-100.000	25,72	163,2	200	200	700
100.000-150.000	48,23	204	250	250	1.000
150.000-200.000	64,30	244,81	300	300	1.400
200.000-300.000	96,45	326,41	400	400	2.000
300.000-400.000	128,60	326,41	400	400	2.700
400.000-500.000	160,75	368,2	450	450	3.400
500.000-600.000	192,90	409,2	500	500	4.200

Taula 64. Diàmetres de canonades i volums de dipòsits en funció dels consums anuals

10.3.1.4. Eficiència energètica de les instal·lacions

Respecte a l'eficiència energètica de les instal·lacions, en el disseny i la planificació de la xarxa caldrà seguir els criteris següents:

- El disseny de les instal·lacions s'haurà de realitzar tenint en compte la Normativa d'eficiència energètica ISO 50001.
- Incloure propostes de millora en el control de consums per part dels usuaris, amb l'objectiu de fomentar un bon ús de l'aigua freàtica.
- Identificar aquells sistemes que tenen una major despesa d'energia, i proposar actuacions de millora en l'eficiència energètica de les instal·lacions.

10.3.2. Actuacions proposades d'ampliació de la xarxa

En aquest apartat s'exposen les actuacions planificades per al desenvolupament de la xarxa per a cadascun dels sistemes existents, amb l'objectiu de satisfer les demandes actuals i potencials detectades a l'entorn dels sistemes existents.

Als plànols 7 es representen gràficament les actuacions d'ampliació de la xarxa existent. S'inclouen en els plànols les taules amb el consum anual previst dels punts de consum actuals i planificats, a partir de les quals s'obté l'increment previst de la demanda d'aigua freàtica per a cada sistema.

10.3.2.1. Sistema Anella Poblenou - Taulat-Fòrum – Ciutadella

Aquest sistema presenta un alt grau de desenvolupament, de fet la xarxa primària està pràcticament tota construïda només queda la continuació per Bac de Roda, de Diagonal fins a Llull que està amb desperfectes que caldria reparar.

Les noves demandes a satisfer amb les actuacions d'ampliació de l'anella Poble Nou s'estimen en 369.661 m³/any. Per abastir aquestes noves demandes previstes, es preveu la construcció de 6 km nous de canonades i s'han modificat 300 m de canonada existent, passant a 315 mm de diàmetre. Aquestes noves demandes es preveu que puguin ser abastides amb el recurs provinent del dipòsit previst a Glòries. Les característiques tècniques de les instal·lacions de bombament del dipòsit de Glòries són:

DIPÒSIT	INSTAL·LACIÓ	CABAL (l/s)	PRESSIÓ (mca)
Glòries	Pou Captació (4 ut)	<20	<50
Glòries	Distribució anella (4 ut)	<20	<100
Glòries	Hidrant	<20	<50
Glòries	Llac	<5	<50

Taula 65. Dades dels bombaments del dipòsit de Glòries.

Entre les actuacions planificades d'ampliació d'aquest sistema, cal destacar les següents:

- Connexió dels dipòsits existents del parc de la Nova Icària (10 m³), del parc del Port Olímpic (10 m³) i del parc del Poble Nou (400 m³) a la xarxa primària de l'anella, fet que permetrà desconectar de la mateixa els consums directes d'aquests parcs i passar a abastir-los des dels dipòsits, per millorar el funcionament del sistema.
- Construcció d'un dipòsit de 30 m³ per a abastir el nou hidrant situat a l'entorn de la Plaça dels Voluntaris.
- Connexió de noves demandes importants al sistema, com ara el zoo, el dipòsit de regulació de la xarxa de clavegueram de Ciutadella i algunes fonts. Amb el nou dipòsit de clavegueram es preveu la construcció d'un dipòsit d'acumulació d'aigua freàtica de 2.000 m³ des del qual es donaria servei a les neteges del propi dipòsit i a aquests grans consums previstos.

10.3.2.2. Sistema Montjuïc

La previsió és que aquest sistema de distribució de Montjuïc s'expandeixi fins a connectar amb altres sistemes adjacents, que són:

- Nou sistema Marina – Prat Vermell – Can Batlló pel costat Llobregat (carrer Foc)
- Sistema Joan Miró pel costat Muntanya.
- Sistema Pg. de Sant Joan – Av. Diagonal des del Liceu.

Les noves demandes a satisfer per les actuacions d'ampliació d'aquest sistema suposen 84.924 m³/any addicionals als actuals. Per abastir els nous consums es preveu la construcció de 5,4 km

de canonades. Aquestes actuacions són complementàries a les actuacions descrites a l'apartat de millora de la xarxa existent.

10.3.2.3. Sistemes Zona Universitària – Bori i Fontestà.

A continuació es descriuen les actuacions previstes sobre aquest sistema existent, que té el seu eix primari vinculat al traçat del tramvia per la Diagonal.

S'ha previst connectar el sistema de Zona Universitària amb el sistema de Ronda de Dalt, i amb el sistema de Bori i Fontestà, per donar més garantia al funcionament dels respectius sistemes. Es preveu també la construcció de 6,4 km de noves canonades per donar servei a les demandes de l'entorn del sistema.

Les noves demandes a satisfer per les actuacions d'ampliació d'aquests dos sistemes suposen 190.676 m³/any addicionals als actuals, dels quals 94.638 m³/any corresponen a consums propis del sistema de Zona Universitària, i els restants 96.038 m³/any corresponen al sistema Bori i Fontestà.

Aquest consum addicional s'ha previst que es pugui donar des de les instal·lacions existents del dipòsit de Zona Universitària, reforçant les bombes del reg, tal com s'ha exposat a l'apartat 10.2.3. A més, caldria potenciar el grup existent amb un altre pel reg de la nova zona de la Diagonal entre Francesc Macià i Plaça de les Glòries.

10.3.2.4. Sistema Lesseps

Les actuacions previstes per a l'ampliació d'aquest sistema consisteixen en:

- Ampliació del recurs existent amb l'esgotament del metro del Vallcarca. També està previst portar l'aigua des del sistema de la Ronda de Dalt a través d'un ramal de connexió. Es preveu la construcció d'un dipòsit d'acumulació d'aigua freàtica de 700 m³ a la zona de Vallcarca, vinculat al dipòsit de regulació del clavegueram planificat en aquest sector, per emmagatzemar i distribuir aquest nou recurs.
- Posta en marxa del Dipòsit de Muntaner, i de la xarxa d'aprofitament freàtic de la Ronda General Mitre, que s'alimentarà d'aquest nou esgotament i donarà servei als regs de la zona.
- Construcció de noves canonades per a la connexió del reg dels parcs de l'entorn.

En conjunt, les demandes a satisfer per les actuacions de construcció d'aquest sistema s'estimen en 31.519 m³/any.

10.3.2.5. Sistema Doctors Dolsa

Les actuacions previstes per a l'ampliació d'aquest sistema consisteixen en:

- Connexió d'una mina al carrer Joan de Sada, amb el dipòsit situat al metro de Sants i amb el dipòsit de Doctors Dolsa.
- Connexió del reg dels Jardins Bacardí. Per poder connectar-los cal remodelar l'interior del parc per segregar els consums d'aigua potable dels consums d'aigua freàtica.

Les demandes planificades al sistema Doctors Dolsa s'estimen en 1.470 m³/any.

10.3.2.6. Sistema Joan Miró

Les actuacions previstes per a l'ampliació d'aquest sistema consisteixen en:

- Connexió d'aquest sistema amb la xarxa de l'Av. Diagonal i amb el sistema Can Batlló a la plaça Espanya, per poder rebre aigua d'aquest sistema en cas necessari.
- Amb la nova captació prevista per a l'ompliment del llac de l'Espanya Industrial exposada a l'apartat 10.2.6, es preveu poder portar més aigua al dipòsit de Joan Miró i poder abastir les fonts de l'Eix Maria Cristina amb un nou bombament des d'aquest dipòsit.
- Extensió d'una canonada per l'Avinguda Mistral pel reg dels seus parterres.

Les noves demandes a satisfer per les actuacions d'ampliació d'aquest sistema s'estimen en 11.247 m³/any addicionals als actuals.

10.3.2.7. Sistema Carmel-Clota – Rieres d'Horta

Les actuacions previstes per a l'ampliació d'aquest sistema consisteixen en:

- Connexió amb el nou sistema planificat a la Ronda de Dalt, per tal que pugui rebre recurs d'aquest nou sistema en cas que sigui necessari.
- Augmentar el recurs existent amb l'aportació de l'esgotament de l'estació d'Horta de TMB, en cas que la qualitat de l'aigua sigui acceptable.

Les demandes previstes a satisfer per les actuacions previstes en aquest sistema s'estimen en 2.777 m³/any.

10.3.2.8. Sistema Vilalba dels Arcs

Les actuacions previstes per a l'ampliació d'aquest sistema consisteixen en:

- Connexió amb el nou sistema planificat a la Ronda de Dalt, per poder rebre recurs ja que el sistema actualment és deficitari. Amb aquesta nova aportació es podrà donar servei a tots els punts connectats actualment al sistema, on actualment no hi ha recurs suficient per a tots.

Les demandes que es podran satisfer amb la connexió d'aquest sistema a la Ronda de Dalt s'estimen en 20.147 m³/any.

10.3.2.9. Sistema Torre Llobeta

Les actuacions previstes per a l'ampliació d'aquest sistema consisteixen en:

- Connexió del dipòsit existent amb l'esgotament de TMB de Virrei Amat, situat al carrer Costa i Cuixart, depenent de la qualitat de l'aigua provinent de l'esgotament.
- Construcció d'una canonada pel carrer Amílcar per abastir el Parc del Guinardó. Es preveu un nou dipòsit de 150 m³ des del qual s'abastiran els consums dels regs.

Les noves demandes a satisfer per les actuacions previstes en sistema s'estimen en 16.153 m³/any.

10.3.2.10. Sistema Bon Pastor

La previsió de connexions futures en aquets sistema consisteix en el reg dels parcs previstos en la planificació urbanística de la zona. El consum previst és de 24.000 m³/any.

10.3.2.11. Sistema Baró de Viver

La planificació del sistema preveu extreure l'aigua dels quatre pous existents a Baró de Viver, i portar-la a un tanc de 200 m³ proper. Aquest esgotament produirà un efecte positiu en el metro, rebaixant les infiltracions que té la infraestructura.

Aquest dipòsit no farà una funció d'acumulació sinó bàsicament de distribució de l'aigua, la qual tindrà diverses destinacions:

- Abastament de les demandes properes al sistema. Les noves demandes a satisfer per les actuacions d'ampliació d'aquest sistema s'estimen en 59.291 m³/any. Per a regar els parcs de cota alta s'ha previst la construcció d'un dipòsit de 30 m³, i dotar-lo amb un grup de pressió de <5 l/s i <50 mca, per donar pressió a la cota elevada a la que estan els parcs.
- Abastament a d'altres sistemes propers. Com que el sistema de Baró de Viver és altament excedentari en aigua, s'ha previst la seva connexió cap als sistemes de Ronda de Dalt i de Sagrera-AVE (del qual penja l'anella del Poblenou), i per tant enviarà aigua cap a aquests sistemes per poder servir els seus consums. S'estima que com a màxim sortiran 1,0 hm³/any de Baró de Viver cap als esmentats sistemes, que ja tenen fonts pròpies d'abastament. Aquesta connexió s'entén com un recurs complementari al propi de cada sistema.

Com que els consums aliens al sistema són molt superiors als consums propis, les canonades d'impulsió s'han dimensionat tenint en compte un cert factor de simultaneïtat, però tenint en compte també que existiran uns dipòsits que rebran l'aigua, l'acumularan i faran de capçalera dels consums que parteixen d'ells. Per tant la canonada no té la missió de portar tota l'aigua necessària pel sistema: entre el que transporta la canonada i el que acumula el dipòsit, s'obté el cabal suficient per garantir els consums.

El dipòsit de Baró de Viver, com ja s'ha comentat anteriorment, s'ha dimensionat tenint en compte que no és un dipòsit d'acumulació, sinó de distribució. L'única reserva que s'ha comptat és per la càrrega de camions cuba, uns 50 m³ i per satisfer les demandes locals apuntades anteriorment.

Les característiques tècniques de les instal·lacions dels bombaments des del dipòsit de Baró de Viver seran les següents:

DIPÒSIT	INSTAL·LACIÓ	CABAL (l/s)	PRESSIÓ (mca)
Baró de Viver	4 Pous	<20	<50
Sagrera	Transvassament	<20	<50
Laberint	Transvassament	<40	<280
Baró de Viver	Reg Local	<5	<100

Taula 66. Dades dels bombaments del dipòsit de Baró de Viver.

10.4. PROPOSTA DE NOUS SISTEMES D'APROFITAMENT D'AIGÜES FREÀTIQUES

La proposta de nous sistemes d'aprofitament d'aigües freàtiques es realitza tenint en compte els següents factors:

- Aprofitar les actuacions de nous desenvolupaments urbanístics a la ciutat, que permetin la implantació de nous sistemes d'aprofitament d'aigua freàtica.
- En zones ja consolidades de la ciutat, on el volum de demandes de recursos hídrics alternatius pugui justificar el desenvolupament d'un nou sistema.

Als plànols 8.1 a 8.5 es representen gràficament els nous sistemes planificats.

10.4.1. Sistema Passeig de Sant Joan – Av. Diagonal

Aquest nou sistema està vinculat a la planificació de la nova urbanització de l'Av. Diagonal, entre la plaça Francesc Macià i Glòries, i a la remodelació del Passeig de Sant Joan, que ja s'ha executat en alguns trams. La construcció d'aquest sistema permetria la connexió dels sistemes Zona Universitària-Bori i Fontestà amb l'anella Poblenou a la plaça de les Glòries.

Aquest sistema s'abastiria amb aigua freàtica, provinent d'un pou situat a 100 m de la cruïlla Diagonal – Pg. St. Joan i del dipòsit de la plaça de les Glòries, i donaria servei a les demandes situades a la zona central de la ciutat.

Per una millor operativitat del sistema, que funciona a pressió, s'ha dividit el mateix en 4 sectors:

- Sector 1: Inclou els consums del Passeig Sant Joan per damunt de la Diagonal.
- Sector 2: Inclou els consums del Passeig Sant Joan per sota de la Diagonal i aniria a connectar amb el dipòsit de Ciutadella.
- Sector 3: Inclou els consums de la Diagonal de la banda Llobregat respecte el Pg. St. Joan.
- Sector 4: Inclou els consums de la Diagonal de la banda Besòs respecte el Pg. St. Joan.

Les demandes a satisfer per les actuacions vinculades a aquest nou sistema s'estimen en 94.747 m³/any.

Actualment s'està executant un dipòsit d'acumulació d'aigua freàtica de 150 m³, situat a l'interior de l'antic museu del clavegueram, que donarà servei a la canonada del passeig de Sant Joan i a un hidrant.

Les característiques tècniques de les instal·lacions de bombament des del dipòsit seran les següents:

DIPÒSIT	INSTAL·LACIÓ	CABAL (l/s)	PRESSIÓ (mca)
Pg. St. Joan	Sector 2. Pg St Joan Nord	<20	<100
Pg. St. Joan	Sector 3. Diagonal Llobregat	<20	<100
Pg. St. Joan	Sector 4. Diagonal Besòs	<20	<100

Taula 67. Dades dels bombaments del dipòsit del Passeig de Sant Joan.

Existeixen dos trams de canonades de polietilè pertanyents a aquest sistema: un al carrer Pi i Maragall abans del Parc de les Aigües i un altre a Pg. Sant Joan, que caldrà tenir en compte quan es construeixin la resta de trams.

10.4.2. Sistema Ronda de Dalt

Aquesta actuació contempla el subministrament del recurs freàtic del Besòs des del dipòsit de Baró de Viver, per portar-lo fins a un dipòsit a cota 171, situat al Parc del Laberint. El seu volum serà de 2.500 m³.

Des d'aquí, per gravetat, es preveu fer un abastament dels consums que queden als voltants de la Ronda de Dalt costat Besòs, mitjançant una canonada primària que discorrerà paral·lela a la mateixa, i que inclourà el dipòsit de Vilalba i del Carmel.

Des del Besòs s'ha previst que es necessitin 60 l/s en continu, que pujaran amb una canonada de 315 mm de diàmetre PN25/16 de la cota +19 a la cota +170.

Malgrat que les canonades s'ha previst que vagin en rasa, caldrà analitzar a l'hora de realitzar el projecte constructiu la viabilitat d'incorporar un tram de la canonada per dins de la galeria de l'antic aqüeducte de Montcada, en aquell tram on coincideixin, i sempre que les seves condicions ho permetin.

Des del dipòsit del Laberint s'abastarà un altre dipòsit situat a cota +185 m, a la rotonda del Bellesguard, de 1400 m³ de capacitat. Des d'aquí s'abastaran tots els consums que queden a banda i banda del dipòsit mitjançant un altre canonada que discorrerà per la zona llinar a la Ronda de Dalt. Entre aquests consums destaquen el Parc Güell i Creueta del Coll. S'ha previst també que en les zones a on es pugui necessitar més pressió que la que pot donar el dipòsit s'abasteixi el consum corresponent mitjançant un petit dipòsit, com és el cas del Parc de l'Oreneta i el Parc de Can Setmenat, on es preveu construir un dipòsit de 30 m³. També des d'aquest dipòsit es preveu abastir el sistema de Lesseps,

En el parc de l'Oreneta, que antigament s'abastia de l'aigua d'una mina, actualment no hi ha recurs. El pla preveu resoldre aquest problema portant aigua des d'aquest nou sistema per al reg del parc.

Les demandes a satisfer per les actuacions de construcció d'aquest nou sistema suposen 322.794 m³/any.

A més, també es donarà servei, a través de les interconnexions, a altres sistemes com Zona Universitària, Lesseps-Vallcarca, Carmel Clota o Villalba dels Arcs.

Els grups de bombament que s'han tingut en compte en tot el sistema són els següents:

DIPÒSIT	INSTAL·LACIÓ	CABAL (l/s)	PRESSIÓ (mca)
Laberint	Reg Laberint i voltants	<20	<100
Laberint	Dipòsit Bellesguard	<20	<50
Bellesguard	Parc dels entorns	<5	<100
Can Sentmenat	Reg Parc	<5	<100
Parc de l'Oreneta	Reg Parc	<5	<100

Taula 68. Dades dels bombaments dels dipòsits del sistema Ronda de Dalt.

10.4.3. Sistema Sagrera-AVE

La implantació d'aquest nou sistema està vinculada a les obres d'urbanització de la zona de la Sagrera i el seu entorn, associades a les obres del tren d'alta velocitat i al parc lineal de la Sagrera.

El sistema s'articula en tres subsistemes, donat que cal cobrir una extensió de terreny molt gran que va des del Barri de la Trinitat fins al Clot, i a més aprofita una instal·lació existent heretada de l'antiga instal·lació fabril de Sant Andreu. A grans trets, aquests subsistemes consisteixen en:

- El primer subsistema consta d'un dipòsit situat al Passeig Santa Coloma a l'alçada del carrer Torres i Bages. Aquest té un volum de 500 m³ i disposarà de les instal·lacions necessàries per rebombar l'aigua de distribució cap al següent dipòsit, i per la distribució de l'aigua al reg local. A més s'ha considerat la possibilitat de dotar el dipòsit amb un pou de captació propi per tenir major garantia de subministrament, si bé aquest no consta al Pla perquè s'ha determinat que amb les aportacions de Baró de Viver aquest pou perd el seu sentit.
- El segon subsistema consta d'un dipòsit d'abastament lligat al dipòsit de regulació del clavegueram de la Rambla Prim, i tindrà una capacitat de 1000 m³. Com en el cas anterior, disposarà de les instal·lacions necessàries de rebombament cap al següent i últim dipòsit, i de les instal·lacions de reg per l'abastament dels parcs locals. Igualment, s'ha previst dotar-lo de dos pous independents de captació d'aigua freàtica.
- El tercer subsistema consta d'un dipòsit d'abastament lligat a la nova estació de la Sagrera – AVE. Aquest serà de 1.500 m³ i disposarà de les instal·lacions necessàries per abastar al reg local de la zona, més un hidrant situat a Felip II, i per rebombar aigua cap al sistema de la Meridiana. Igual que els anteriors, disposarà d'un pou de captació independent.

Les demandes a satisfer per les actuacions de construcció d'aquest nou sistema s'estimen en 264.029 m³/any.

Hi ha instal·lada una canonada de petita longitud de polietilè DN125 mm PN16 pertanyent a aquest sistema, que servirà per alimentar el reg del Pg. Santa Coloma, i que caldrà tenir en compte quan es construeixin la resta de trams.

Les actuacions planificades inclouen un sistema de telecontrol per permetre la gestió de tot el sistema.

Els dipòsits estan dimensionats en funció del cabal que han de moure i en funció del cabal que els entra des del seu pou de subministrament. Així el dipòsit de Pg. Santa Coloma és el primer que rep l'aigua dels pous de Baró de Viver i per tant rebrà un cabal més gran que els altres dos. Aquest dipòsit està dimensionat en 500 m³ per aquest motiu. El dipòsit de Prim és de 1.000 m³ donat que té un consum més gran, com es veu en el següent quadre. Per últim el de l'Estació de la Sagrera té un volum de 1.500 m³, ja que a més dels propis consums ha de subministrar aigua al sistema de la Meridiana.

Les característiques tècniques de les instal·lacions de bombament des dels diferents dipòsits són les següents:

DIPÒSIT	INSTAL·LACIÓ	CABAL (l/s)	PRESSIÓ (mca)
Santa Coloma	Transvasament	<20	<50
Santa Coloma	Reg	< 20	<100
Prim	Transvasament	<20	<50
Prim	Reg	< 20	<100
Prim	Hidrant Centre Neteja	<20	<50
Prim	Hidrant	<20	<50
Prim	Pou 1	<20	<50
Prim	Pou 2	<20	<50
Prim	Transvasament	<20	<50
Estació Sagrera	Transvasament	<20	<50
Estació Sagrera	Reg	<20	<100
Estació Sagrera	Hidrant	<20	<50
Pous captació	A dipòsit	<20	<50

Taula 69. Dades dels bombaments del sistema Sagrera-AVE.

10.4.4. Sistema Can Batlló

Aquest nou sistema està vinculat a les actuacions d'urbanització del Sector de Can Batlló, entre les quals es preveu l'execució d'un gran parc i d'un centre de neteja urbana. Aquest nou sistema preveu donar servei a aquestes noves demandes i a les existents de l'entorn, i la implantació d'un hidrant per a la càrrega de camions.

El Pla preveu connectar aquest sistema amb els sistemes més propers que són el de la Marina del Prat Vermell i el de Joan Miró. Aprofitant la canonada de connexió cap al sistema de Joan Miró, es regaran els arbres del costat mar i muntanya de la Gran Via.

Aquest sistema es planteja com un sistema reversible, que es pugui alimentar tant d'aigua freàtica com d'aigua regenerada. El recurs provindrà de:

- Una captació subterrània d'aigua freàtica situada al voltant de l'antiga riera de Tena.
- Aigua regenerada de la ERA del Llobregat, que es podrà subministrar mitjançant la canonada de connexió amb la xarxa de reg del sistema de la Marina el Prat Vermell.

Aquest sistema permetrà també l'abastament del nou sistema de la Marina del Prat Vermell amb aigua freàtica des de Can Batlló, en cas de manca de recurs de l'aigua regenerada.

Les demandes a satisfer per les actuacions vinculades al desenvolupament d'aquest sistema s'estimen en 61.918 m³/any.

El Pla preveu, per al desenvolupament d'aquest sistema, la construcció d'un dipòsit d'acumulació d'aigua freàtica de 1.000 m³ i 5,8 km de nova xarxa.

Les característiques tècniques de les instal·lacions de bombament des del dipòsit seran les següents:

DIPÒSIT	INSTAL·LACIÓ	CABAL (l/s)	PRESSIÓ (mca)
Can Batlló	A sist. Joan Miró	<20	<50
Can Batlló	Reg (2 ut)	<5	<100
Can Batlló	Hidrant	<20	<50
Can Batlló	A sist. Marina	< 20	<100
Pou de	A compliment dipòsit	<5	<100

Taula 70. Dades dels bombaments del sistema Can Batlló.

10.4.5. Sistema Meridiana

La planificació d'aquest nou sistema està vinculada a la nova urbanització prevista a l'Avinguda Meridiana, entre Glòries i Fabra i Puig.

El Pla preveu que aquest sistema s'alimenti del futur dipòsit de l'Estació de l'AVE a la Sagrera, de 1.500 m³ de volum, que per bombament alimenta a tota la xarxa i als seus consums, i també del dipòsit de Plaça de les Glòries – la Canòpia (en cas de manca de recurs en un dels dos sistemes, es podria abastir de l'altre).

La canonada també es connecta amb la zona de Can Dragó a Nou Barris, consums que també estan abastats pel dipòsit del sistema la Sagrera – AVE del Pg St. Coloma.

Les demandes a satisfer per les actuacions de construcció d'aquest nou sistema suposen 31.222 m³/any. El Pla preveu, per al desenvolupament d'aquest sistema, 5,4 km de nova xarxa.

Les característiques tècniques de les instal·lacions de bombament des del dipòsit seran les següents: cabal 20 l/s i pressió inferior a 100 mca.

11. LÍNIA D'ACCIÓ 2. APROFITAMENT DE L'AIGUA REGENERADA

Tal com s'ha exposat a l'anàlisi del recurs, per al desenvolupament d'aquesta línia d'acció cal tenir present que aquesta aigua té uns usos limitats per raons sanitàries ja que estan totalment proscrius aquells usos que poden donar lloc a aerosols (per tant, no pot ser utilitzada en el reg per aspersió o en les fonts). Actualment està en tràmit una nova directiva europea que és encara més restrictiva en relació als usos permesos. Els usos potencials són:

- El reg de parcs i jardins mitjançant degoteig
- La neteja viària, sempre que no es produeixin aerosols o tolls
- La neteja del clavegueram (incloent la neteja dels dipòsits de regulació d'avingudes)
- El reg de l'arbrat d'alineació dels carrers amb màniga des de camió cisterna

11.1. DESCRIPCIÓ DE LA XARXA D'AIGUA REGENERADA EXISTENT

El sistema existent per al subministrament d'aigua regenerada de l'ERA del Prat cap a la Zona Franca, la ZAL i la muntanya de Montjuïc, consta dels següents elements, tal com es representa al plànol 4.2.:

- Una **estació de bombament** existent (situada a les instal·lacions de la ERA del Prat) que capta les aigües del canal previ al bombament actual de l'aigua del terciari, i impulsa l'aigua cap a la canonada troncal del sistema.
- Una **canonada troncal** existent que discorre pel polígon Pratenc, el carrer A de la Zona Franca, el carrer Motors, i arriba fins el dipòsit Aquesta es divideix en diferents trams, les característiques dels quals estan indicades als plànols:
 - Tram gestionat per l'AMB: inclou el traçat per dins de les instal·lacions de l'EDAR i pel polígon Pratenc (des de la Depuradora fins a l'antiga llera del riu), el tram del carrer A de la Zona Franca, el creuament sota la Ronda Litoral, i el tram del Passeig de Zona Franca fins a la cruïlla amb el carrer Motors.
 - Tram gestionat per l'Ajuntament de la pujada a Montjuïc, que inclou el tram des de la cruïlla Pg. Zona Franca – Motors fins al dipòsit de davant del Palau Sant Jordi. El tub es va projectar i construir en PEAD 200 mm PN16 per part de l'Ajuntament de Barcelona, tot i que està plantejada en un futur la seva substitució per un de 400 mm (o el seu desdoblament) per atendre els nous requisits generats per la necessitat expressada per l'Àrea Metropolitana que el sistema de la Zona Franca pugui funcionar "en retrocés", és a dir des del dipòsit cap al polígon.
 - Tram gestionat per l'Ajuntament des del dipòsit fins a les basses del Viver de Tres Pins. Consisteix en una canonada PEAD D200 PN16 que va des del dipòsit fins a la bassa inferior del Viver de Tres Pins.
- Un **dipòsit de bombament** de 100 m³ de volum davant del Palau Sant Jordi, preparat per impulsar les aigües fins a les basses del Viver de Tres Pins. Des d'aquest dipòsit s'abasteix també un hidrant. Es va plantejar inicialment la idea que aquest dipòsit, donat que l'aigua

regenerada està actualment aturada a la depuradora del Prat, rebés aigua freàtica, i que les bombes d'impulsió es connectessin al sistema de distribució de reg, el que finalment, ha quedat descartat degut a que en el Pla s'ha plantejat una solució més robusta consistent en abastir tota la muntanya mitjançant pisos de pressió.

11.2.ACTUACIONS D'AMPLIACIÓ DE LA XARXA D'AIGUA REGENERADA EXISTENT

La xarxa d'aigua regenerada existent no està en servei, degut a què l'Estació de Regeneració d'Aigua d'El Prat es troba aturada. No obstant, en previsió de què aquesta xarxa pugui entrar en funcionament en els propers mesos, s'ha analitzat la seva capacitat i les demandes potencials que es podrien abastir amb aigua regenerada a l'entorn de la Zona Franca i Montjuïc.

Donat que el RD 1620/2007 no permet l'abastament directe de fonts ornamentals amb aigua regenerada, es desestima inicialment la possibilitat d'alimentar el sistema de distribució de Montjuïc amb aquesta aigua, ja que aquest sistema alimenta nombroses fonts de la muntanya.

Per tant es planteja que els sistema d'aigua regenerada existent abasteixi les demandes dels serveis urbans i equipaments públics situades als barris de La Marina de la Zona Franca.

Per a poder donar garantia de subministrament d'aigua regenerada per als usos establerts, caldria ampliar el dipòsit existent situat al Passeig Olímpic davant del Palau Sant Jordi, que actualment té 100 m³ de volum, amb un nou dipòsit de 500 m³, situat al costat de l'existent.

El funcionament plantejat dels sistema existent amb aqueta ampliació seria el següent:

- L'aigua regenerada arribaria de la ERA per impulsio cap al dipòsit existent a través de la xarxa ja executada.
- El nou dipòsit s'ompliria, si és possible, per gravetat, des del dipòsit existent, i des d'aquest dipòsit es faria la distribució per gravetat al barri de la Marina del Prat Vermell i al dipòsit d'acumulació del carrer Motors vinculat al dipòsit de regulació del clavegueram planificat en aquest sector.

Als plànols 9 es representa gràficament les actuacions planificades per a l'ampliació del sistema d'aigua regenerada existent, amb l'objectiu de donar servei al nou sistema de La Marina del Prat Vermell – Can Batlló.

11.3.PROPOSTA D'UN NOU SISTEMA D'APROFITAMENT D'AIGUA REGENERADA.

A partir de la xarxa d'aigua regenerada existent, el Pla proposa la creació d'un nou sistema d'aprofitament d'aigua regenerada a l'entorn de La Marina del Prat Vermell, amb l'objectiu de donar servei a les demandes dels diferents serveis municipals previstes en aquest sector, que són:

- Reg de zones verdes i equipaments esportius
- Neteja de la xarxa de clavegueram i dipòsits reguladors
- Neteja urbana

Aquest nou sistema s'alimentarà del dipòsit d'aigua regenerada existent de 100 m³ situat al passeig Olímpic, o bé des de l'ampliació del mateix, prevista en l'apartat d'ampliació del sistema existent. L'aigua regenerada impulsada cap aquests dipòsits es subministrarà per gravetat a un dipòsit central de distribució planificat de 1.200 m³ de volum situat al carrer Motors, vinculat al dipòsit regulador del clavegueram planificat en aquest punt. Des del dipòsit del carrer Motors s'abastiran les demandes municipals que es distribueixen pel Passeig de la Zona Franca i per la nova àrea de la Marina del Prat Vermell, i suposen 42.106 m³/any.

Amb l'objectiu de què el funcionament d'aquest sistema no depengui de la posta en marxa de l'estació de regeneració d'aigua d'El Prat, es planteja com un sistema reversible, és a dir, que pugui rebre aigua regenerada des del dipòsit del passeig Olímpic o bé pugui rebre aigua freàtica des del nou sistema de Can Batlló. A més, aquest sistema disposarà d'una connexió amb el sistema de distribució de Montjuïc.

A més, aquest sistema disposarà d'una connexió amb el sistema de distribució de Montjuïc, des del dipòsit planificat de 500 m³.

Les característiques tècniques de les instal·lacions de bombament des del dipòsit de Motors seran les següents:

DIPÒSIT	INSTAL·LACIÓ	CABAL	PRESSIÓ
Motors	Reg	<20	<100
Motors	Hidrant	<20	<50
Motors	Hidrant	<20	<50

Taula 71. Dades dels bombaments del sistema Marina Prat Vermell.

Als plànols 9 es representa la proposta de desenvolupament d'aquest nou sistema reversible.

12. LÍNIA D'ACCIÓ 3. APROFITAMENT DE LES AIGÜES GRISES

12.1.OBJECTIUS DE LA LÍNIA D'ACCIÓ

De l'anàlisi creuat dels usos aptes per als diferents recursos hídrics alternatius contemplats en el Pla, se'n deriva la Línia d'Acció 3 d'aprofitament de les aigües grises a la ciutat de Barcelona.

L'objectiu és el d'**impulsar l'aprofitament de les aigües grises** a la ciutat de Barcelona, primer, estudiant el seu potencial d'estalvi, tant d'aigua com econòmic i, segon, determinant el possible àmbit d'aplicació i les condicions tècniques a aplicar per a l'aprofitament d'aquest RHA.

En aquest context, i com ja s'ha comentat anteriorment, s'ha signat un conveni de col·laboració amb la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) per a la redacció de l' "*Estudi sobre el potencial de generació i aprofitament d'aigües grises a la ciutat de Barcelona per a diferents tipologies d'usos*" (que s'adjunta com a apèndix de l'Annex 6 del Pla) i que inclou les tasques següents:

- Anàlisi de les tecnologies actuals en matèria de depuració d'aigües grises. Experiències i desenvolupament en altres ciutats.
- Establiment de les bases per a la redacció d'una guia tècnica de bones pràctiques en la implantació de tecnologies d'aprofitament d'aigües grises.
- Recull de criteris per a la redacció d'una ordenança municipal d'estalvi d'aigua en referència a l'aprofitament d'aigües grises.
- Estudi dels beneficis esperats, en relació a la quantificació de l'estalvi aconseguit, tant en termes de quantitat d'aigua com en termes econòmics.
- Extrapolació dels resultats obtinguts a la ciutat de Barcelona: estimació de la potencialitat del recurs i de l'estalvi d'aigua aconseguit amb l'aprofitament d'aigües grises.

A l'Annex 6 del Pla es desenvolupen les "*Consideracions tècniques per a la implementació d'aprofitaments d'aigües grises*" on es proposen els criteris tècnics a aplicar per aquests aprofitaments i a l'Annex 11 s'estableixen les consideracions administratives a incloure en una futura ordenança d'aprofitament de recursos hídrics alternatius i d'estalvi d'aigua i que reguli entre d'altres, l'aprofitament d'aigües grises i piscines a la ciutat de Barcelona.

12.2.CONSIDERACIONS GENERALS

L'anàlisi quantitatiu i qualitatiu del recurs s'ha desenvolupat al capítol 7 del Pla. Cal esmentar que en aquesta línia d'acció s'han tractat tant les aigües grises pròpiament (dutxes i banyeres) com les aigües de piscines, amb diferents consideracions tal com s'exposa a continuació.

En línies generals, pel que fa a les **aigües grises**, es considera que:

- Les aigües grises a aprofitar són les provinents exclusivament de les dutxes i banyeres (es descarta l'aigua de rentamans perquè pot anar carregada de productes químics, olis i greixos o restes de matèria orgànica que en dificultaria el ser tractament).
- Les aigües grises s'han de tractar abans de la reutilització.
- Les aigües grises tractades es faran servir per a l'ompliment de cisternes d'inodors.

- Es descarta l'aprofitament d'aigües grises d'edificis amb possibilitat de produir patògens o amb requeriments elevats de qualitat d'aigua per motius de seguretat, com centres hospitalaris, residències per a gent gran, escoles, etc.
- Pel que fa a la quantificació del recurs, es considera un volum de generació del recurs de 50 l/persona i dia, i s'estima un consum diari de 35 l/persona i dia per a l'ompliment de les cisternes d'inodors. Per tant, els edificis considerats generen recurs suficient per a cobrir la demanda establerta.
- Pel que fa a la qualitat del recurs, aquest té una composició molt variada segons el seu origen. El que s'ha de vigilar amb cura és l'eficàcia del tractament per a que l'aigua grisa tractada no tingui contaminants microbiològics i la seva terbolesa sigui mínima.
- S'ha de tenir en compte la seva correcta senyalització.
- S'ha de fer èmfasi en la conscienciació dels usuaris vers la utilització de productes químics que poden fer malbé els sistemes de tractament.

Pel que fa a l'aprofitament d'**aigües de piscines**, es considera que:

- Es pot aprofitar l'aigua sobrant en superfície i de renovació de la piscina en el cas que no disposi d'un sistema de recirculació, l'aigua provinent del seu buidat esporàdic per tasques de manteniment o l'aigua de la neteja dels filtres (rebutjant la primera part del cabal de neteja).
- L'ús del recurs pot ser l'ompliment de cisternes d'inodors o reg de jardins del propi edifici.
- S'estima que la qualitat de l'aigua és similar a la que hi ha dins el vas de la piscina.
- Donat que, a priori, l'aigua provinent de piscines és de bona qualitat, només s'ha d'emmagatzemar, filtrar i declarar, si s'escau. També es pot fer servir en coordinació amb sistemes d'aigües grises.

12.2.1. Marc normatiu

No existeix una guia internacional acceptada per a aigües grises ni tampoc legislació catalana o espanyola específica per a aquest recurs. En absència de regulació, els documents de base que actualment s'apliquen al nostre territori per a l'aprofitament de les aigües grises són bàsicament la *Guia tècnica de recomanacions per al reciclatge d'aigües grises en edificis* d'Aquaespaña i l'*Ordenança Tipus sobre l'Estalvi d'Aigua* de la Diputació de Barcelona.

Per aquest mateix motiu, es considera com a guia de criteris de qualitat de les aigües grises tractades, els valors establerts en el Reial Decret RD1620/2007 d'aigües regenerades. Tanmateix la freqüència d'anàlisis que considera aquest real decret es considera excessiva i, donat el cost de les analítiques, podria frenar la iniciativa per a implantar l'aprofitament d'aquest recurs.

A l'annex 6 es desenvolupa una proposta de consideracions tècniques per la implementació de sistemes d'aprofitament d'aigües grises, establint els paràmetres a analitzar en un control de qualitat de l'aigua, límits a tenir en compte i les freqüències a aplicar.

12.2.2. Tipus de tractaments

Per a escollir el tipus de tractament s'han de tenir en compte la quantitat i qualitat de l'aigua a tractar, la possibilitat d'incorporar altres aportacions com aigües pluvials o de piscines que poden canviar la qualitat de l'aigua a tractar, l'ús de l'aigua tractada i aspectes econòmics, entre d'altres.

Tot i que hi ha tota una sèrie de tecnologies disponibles per al tractament de les aigües grises, que es llisten a l'estudi de la UAB, l'experiència aconsella aplicar els següents criteris en el moment d'escollir la tecnologia a instal·lar:

- Es tindrà en compte la qualitat d'origen de les aigües grises i l'ús que es vol fer de l'aigua tractada.
- Es prioritzaran les tecnologies que no facin servir productes químics. Per aquest motiu, les tecnologies més utilitzades combinen un tractament primari, seguit d'un tractament biològic. En funció de la seva eficiència caldrà complementar-los amb un tractament terciari de desinfecció.
- També s'ha de tenir en compte el consum energètic i els costos de manteniment d'aquests sistemes.

Segons aquests criteris es recomana aplicar Reactor Biològic de Membrana o biomembranes (MBR per les seves sigles en anglès) o els Reactors Biològics Seqüencials (SBR per les seves sigles en anglès), tot i que, segons l'estudi de la UAB, l'eficiència dels MBR és major en el tractament d'aigües grises, per tant, és el sistema de tractament més recomanat per a l'aprofitament d'aquest tipus d'aigua.

12.3. ÀMBIT D'APLICACIÓ

De l'estudi realitzat per la UAB es pot concloure que l'aplicació de les aigües grises a la ciutat de Barcelona es factible en edificis d'habitatges, hotels i poliesportius, ja que la producció abasteix àmpliament la demanda del recurs. En canvi, els edificis d'oficines no generen la suficient quantitat d'aigua gris per satisfer la demanda, fet que fa desaconsellar la seva aplicació a menys que es faci en coordinació amb l'aprofitament d'altres RHA com les aigües de piscines o les pluvials.

També s'aconsella l'aprofitament de les aigües grises recollint les d'aigües només de dutxes i banyeres, excloent altres orígens, i els seu aprofitament exclusivament per a l'ompliment de les cisternes d'inodors. Considerant les dades d'edificis en construcció o en procés d'obtenir la llicència d'obres, si s'hagués disposat d'una ordenança d'aprofitament d'aigües grises, es calcula que els últims 5 anys s'hagués pogut estalviar més de 300.000 m³, si s'apliqués a tots els habitatges.

D'altra banda, el model urbanístic compacte i d'alta densitat de la ciutat, on les piscines i els jardins no són la norma general, fa que la reutilització de les aigües de buidat de piscines tingui una aplicació limitada. Tot i que l'aprofitament d'aquest recurs a nivell de ciutat és certament menor i no ha estat comptabilitzat, és important tenir en compte la seva aplicació per tal de reduir el consum d'aigua potable. Cal destacar que l'aprofitament d'aigües de piscines pot beneficiar

especialment als serveis municipals, el seu ús en equipaments com poliesportius municipals reduiria considerablement el consum d'aigua potable.

L'impuls d'aquests RHA s'haurà de fer mitjançant ordenança municipal. Per tal de definir els criteris dels habitatges que haurien d'instal·lar un sistema d'aprofitament d'aigües grises s'ha de tenir en consideració l'estalvi d'aigua potable aconseguit i l'amortització econòmica del sistema per tal d'arribar a un equilibri. A l'estudi realitzat per la UAB es fa una simulació de la implantació d'un sistema de tractament d'aigües grises per tal de quantificar l'estalvi d'aigua i l'estalvi econòmic en funció del número habitatges d'un edifici. Els càlculs s'han fet tenint en compte les següents dades de base:

- S'han considerat els preus d'instal·lació d'un tractament biològic amb membranes (concretament un MBR) sense sistema de desinfecció. S'estima que aquestes membranes s'han de renovar cada 4 anys i es té en compte el manteniment anual del sistema.
- Es disposa del preu per m³ d'aigua, amb factures bimensuals, i sense aplicar possibles bonificacions (família nombrosa, jubilats, bons socials, etc.).
- Finalment, es disposa de les dades mitges per habitatge de número de persones, consum d'aigua, i distribució dels usos de l'aigua en les llars, tot això per cada districte de Barcelona.

Els resultats indiquen que la implantació d'aprofitaments d'aigües grises sempre produeix estalvi de consum d'aigua potable. En canvi, pel que fa a l'estalvi econòmic, aquest es troba condicionat per l'economia d'escala ja que quants més habitatges té l'edifici, més curt es el període d'amortització del sistema (veure apartat 17.3, d'anàlisi de costos de sistemes d'aprofitament d'aigües grises). A la Taula 72 es resumeixen els resultats d'estalvi d'aigua en funció del nombre d'habitatges per edifici i els períodes d'amortització.

	8 hab.	16 hab.	26 hab.	50 hab.
Període d'amortització (anys)	>12 anys	10 anys	6 anys	3 anys
Estalvi d'aigua anual per edifici	249 m ³	498 m ³	809 m ³	1.556 m ³

Taula 72. Resultats d'estalvi econòmic i d'aigua anuals de sistemes d'aprofitament d'aigües grises

L'Ordenança tipus d'estalvi d'aigua de la Diputació de Barcelona proposa aplicar l'aprofitament d'aigües grises per a edificis de 8 o més habitatges. Aquesta mesura sembla adequada per municipis en què el nombre mitjà d'habitatges per edifici es troba al voltant de 8, ja que prendre com a criteri el període d'amortització descoratjaria la implantació d'aquests sistemes d'aprofitament. A Barcelona en canvi, el número mitjà d'habitatges per edifici és de 26 habitatges, segons les dades de llicències d'obres dels últims 5 anys (2012-2017). Si l'aprofitament d'aigües grises s'apliqués a edificis de 16 o més habitatges, la mesura donaria cobertura al voltant del 74% dels habitatges.

Per tant, tenint en compte les simulacions fetes, es considera adient impulsar l'aprofitament d'aigües grises per a edificis que amortitzin la inversió en aproximadament 10 anys, és a dir,

edificis de nova construcció de 16 o més habitatges. En el cas d'edificis que demanin llicència d'obres per reforma substancial caldria valorar la implantació d'aquest RHA cas per cas, en funció de l'ús final de l'edifici i l'espai disponible per als locals tècnics del sistema de depuració.

Pel que fa a poliesportius i hotels, i d'altres edificacions amb dutxes o banyeres, l'àmbit d'aplicació es fixa en funció del consum d'aigua destinat a dutxes i banyeres. En aquest cas, es considera que es podria aplicar que un edifici que consumeixi més de 500 m³/any, hauria d'instal·lar sistemes d'aprofitament d'aigües grises.

Pel que fa a l'aprofitament d'aigües de piscines, seguint el criteri aplicat a l'Ordenança tipus d'estalvi d'aigua de la Diputació de Barcelona, es recomana l'aprofitament d'aquest RHA a piscines a partir de 30 m² de superfície. L'aigua es pot aprofitar per al reg o per a l'ompliment de cisternes d'inodors. Igualment per a instal·lacions que prevegin ampliar la piscina, caldria valorar cas per cas la implantació d'aquest RHA, en funció de l'espai disponible per als locals tècnics d'emmagatzematge i/o del sistema de tractament.

A la Taula 73 es resumeix l'àmbit d'aplicació de les aigües grises i de piscines que es podria aplicar a la ciutat de Barcelona.

Origen	Tractament	Ús	Àmbit d'aplicació
Aigües grises de dutxes i banyeres	Emmagatzematge i tractament (es recomana MBR)	Cisternes d'inodors	Edificis de nova construcció de 16 o més habitatges, poliesportius i hotels. En general, edificis que facin servir 500 m ³ anuals d'aigua per a dutxes o banyeres.
Aigües de piscines (sobrants, contra-rentats de filtres i buidats)	Emmagatzematge	Cisternes d'inodors	Nova construcció. Piscines de 30m ² de superfície.
	Emmagatzematge, filtratge i declaració	Reg de jardins	

Taula 73. Proposta de l'àmbit d'aplicació de sistemes d'aprofitament d'aigües grises

13. LÍNIA D'ACCIÓ 4. APROFITAMENT DE LES AIGÜES PLUVIALS DE COBERTA

13.1.OBJECTIUS DE LA LÍNIA D'ACCIÓ

L'aigua de pluja és un recurs hídric alternatiu, sostenible i de bona qualitat que pot substituir l'aigua de boca per a molts usos que no requereixen la qualitat de l'aigua potable. Si bé al clima mediterrani l'aigua de pluja no és un recurs que es pugui garantir de forma contínua, amb un bon disseny del sistema d'aprofitament, emprant les millors tecnologies disponibles y amb un bon manteniment, es pot obtenir un recurs de qualitat durant bona part de l'any a un cost raonable. L'aprofitament de l'aigua de pluja en una coberta aporta els següents beneficis, tant per a l'usuari com pel medi ambient, que són:

- És un recurs de proximitat i de qualitat.
- Redueix el volum d'aigua que arriba a la xarxa de clavegueram a través dels baixants de les cobertes dels edificis, per tant es redueix el volum d'aigua de pluja que s'aboca al medi receptor en els episodis de pluja i el volum d'aigua que arriba a la depuradora.
- L'amortització de la inversió és viable sempre que es realitzi un bon disseny i dimensionament de la instal·lació.

L'objectiu d'aquesta Línia d'Acció és per tant promoure i afavorir la implantació de sistemes d'aprofitament de les aigües pluvials de cobertes a la ciutat de Barcelona, en el marc de la sostenibilitat i l'aprofitament dels recursos de proximitat, amb la finalitat d'aconseguir els beneficis esmentats anteriorment.

En aquest sentit, en aquesta línia d'acció es recullen les consideracions generals per a la instal·lació d'aquests sistemes, es defineix l'àmbit d'aplicació recomanat, i s'estableixen els criteris tècnics per a la redacció d'una guia tècnica per a la instal·lació d'aquests sistemes d'aprofitament a la ciutat de Barcelona. Aquests criteris es desenvolupen a l'Annex 7 del present document, "Consideracions tècniques per a la implementació d'aprofitament d'aigües pluvials de cobertes". Igualment, de cara a regular la implementació d'aquests sistemes, a l'Annex 11 es fa una proposta d'articulat per a una ordenança d'aprofitament de recursos hídrics alternatius, entre d'altres, el de les aigües pluvials procedents de cobertes de la ciutat.

13.2.CONSIDERACIONS GENERALS

A partir de l'anàlisi del recurs d'aigua pluvial, i de l'anàlisi creuat de l'origen i els usos dels recursos hídrics realitzat, es considera que l'aprofitament d'aigües pluvials de les cobertes té un ús potencial significatiu, per això es considera adient desenvolupar aquesta Línia d'Acció . Un resum de les conclusions d'aquest anàlisi és el següent:

- En general, l'aigua de pluja recollida en coberta és de bona qualitat, tot i que no es troba totalment lliures de contaminants.

- El volum d'aigua de pluja aprofitable per un any mig, considerant que els sistemes d'aprofitament han de tenir capacitat per emmagatzemar pluges de fins a 35 mm de precipitació (equivalent aproximadament al 95% dels episodis de pluja en un any mig), s'estima en 0,36 m³/m² de coberta. Aquest valor s'obté considerant que els primers 1,5 mm de pluja no es recullen, ja que fan el rentat de la coberta, i que les pluges de més de 35 mm, l'aigua que no es pugui recollir s'anirà pel sobreexidor. Segons aquest criteri, el volum mig estimat d'aigua recollida correspon a **1 l/m² de coberta**.
- Les aigües pluvials de cobertes que s'acumulen a un dipòsit requereixen un tractament bàsic que consisteix en la derivació de les primeres aigües (els primers 1,5 mm), que són les que acostumen a arrossegar la major part de contaminants presents en les cobertes, i en la filtració de les aigües d'entrada al dipòsit d'emmagatzemament, per tal d'evitar l'entrada de sediments.
- Com a usos potencials de les aigües pluvials de coberta es defineixen els següents: reg de jardins, jardins verticals, murs verds, cobertes verdes, horts, ompliment de cisternes d'inodors, neteja de terra, etc., sempre i quan no es generin aerosols.

13.2.1. Marc normatiu

El marc normatiu bàsic en el que s'ha d'emmarcar l'aprofitament de les aigües pluvials de cobertes, ha de tenir en compte tant normes d'edificació com de qualitat de l'aigua.

A nivell constructiu la normativa que aplica en un context estatal i autonòmic és el següent:

- Llei estatal 38/1999, de 5 de novembre, d'ordenació d'edificació, que estableix els criteris bàsics que han de complir els edificis.
- Codi Tècnic d'Edificació (CTE en endavant), aprovat el 18 de març al Reial Decret 314/2006.
- Decret 21/2006, publicat al DOGC de 16/02/2006, decret de criteris ambientals i d'ecoeficiència en els edificis.

A nivell sanitari i de qualitat de les aigües pluvials, actualment no existeix una normativa d'obligat compliment. Per tant, en aquest cas es recomana considerar els paràmetres recollits a l'apartat 8.2. *Requeriments qualitatius de la demanda*, per a cadascun dels usos, fins que es reguli de forma expressa la qualitat d'un aprofitament d'aigües pluvials o de l'aigua en funció de l'ús. En el cas que l'ús de l'aigua pluvial de cobertes pugui provocar aerosols, caldrà considerar el RD 865/2003, sobre prevenció i control de legionel·losi.

La utilització privativa d'aigües pluvials requereix comunicar a l'ACA el seu aprofitament per tal que sigui inscrit al Registre d'Aigües. El formulari requerit per l'ACA per la seva inscripció és el H0345 "comunicar l'existència d'un pou fins a 7.000m³/any o d'aigües pluvials per a la seva autorització i inscripció al registre d'aigües".

Cal esmentar, que d'altres països europeus, com Anglaterra, Alemanya o França, disposen de legislació i/o guies d'ús i recomanacions relatives a la implementació d'aprofitaments d'aigües pluvials, com són els British Standard anglesos (BS), les DIN alemanyes o les NF franceses. Criteris i valors de les quals es tenen en consideració alhora de definir les "Consideracions tècniques per a la implementació d'aprofitament d'aigües pluvials de cobertes" de l'Annex 7.

13.3.TIPOLOGIES DE COBERTES I DE SISTEMES D'APROFITAMENT

13.3.1. Tipus de cobertes per a l'aprofitament de l'aigua de pluja

Des de l'Ajuntament de Barcelona s'està treballant en una nova ordenança de cobertes mosaic, on es tenen en compte aspectes que afecten a la resiliència i la sostenibilitat medi ambiental, i entre d'altres, es planteja l'aprofitament de les aigües pluvials de coberta. Per a aquesta nova ordenança s'han avaluat els diferents tipus de cobertes (segons la classificació del CTE) les quals es relacionen amb els usos que se'ls hi pot donar. En aquest sentit, la implantació de sistemes d'aprofitament de les aigües pluvials de cobertes depèn directament del tipus de coberta edificada. A continuació es detalla aquesta classificació i en termes generals, per a cadascuna d'aquestes es detalla la viabilitat d'un aprofitament d'aigües pluvials:

- Coberta lleugera: segons el CTE, aquella en la què la seva càrrega permanent deguda únicament al seu tancament no excedeix d'1KN/m² (102 kg/m²). L'emmagatzematge i aprofitament de les aigües pluvials ha de ser fora de la coberta.
- Coberta no lleugera: segons la CTE, poden tenir una sobrecàrrega d'ús mínim de 204 kg/m². D'aquestes se'n distingeix:
 - Coberta no lleugera amb pendent ≤12%. L'emmagatzematge i reaprofitament de l'aigua pluvial pot ser a dins o fora de la coberta.
 - Coberta no lleugera amb pendent >12%. L'emmagatzematge i reaprofitament de les aigües pluvials ha de ser fora de coberta.

En general, per tant, en cobertes no lleugeres amb pendent >12%, no es recomana un sistema d'aprofitament a la pròpia coberta, ja que la inversió estructural per adequar la coberta hauria de ser molt elevada, fins i tot per a un aprofitament del tipus "coberta verda amb substrat amb capacitat de retenció d'aigua", ja que el cost per a evitar problemes d'erosió i lliscaments seria molt elevat.

En tots els casos el CTE recomana la implantació d'aquests sistemes en cobertes de superfície superior a 150 m². Això és degut a que a les cobertes de menys de 150 m², en el supòsit d'adequar un 50% de la seva superfície com a coberta aljub o coberta verda (menys de 75 m²) implica una inversió molt elevada en cost/m², degut a la repercussió que té l'elevació de materials a la coberta (lloguer de grua, permisos), el transport dels materials, l'automatització del sistema de reg, etc. en una superfície reduïda. En el cas de plantejar un dipòsit fora de la coberta, tant en cobertes lleugeres com no lleugeres (independentment de la inclinació), s'hauria d'analitzar el requeriment d'ús per tal de dimensionar un dipòsit que pugui satisfer la demanda d'aigua.

Des del punt de vista del volum d'aigua de pluja aprofitable, s'estima que en les cobertes de 150 m² de superfície es genera un volum aproximat de 54 m³/any. Un episodi de pluja de 35 mm genera un volum aprofitable de 5,25 m³. El nombre màxim de dies sense pluja a Barcelona, analitzant el període 2003-2012, és de 42 dies. Per tant, considerant que el dipòsit està ple, podria garantir el subministrament només de 125 l/dia.

Per tant, es considera que en les cobertes inferiors a 150 m² el volum d'aigua recollida no és sostenible, tant des del punt de vista econòmic, com del volum d'aigua aprofitat.

A l'apartat 17.4.s'analitzen les despeses d'inversió i manteniment d'aquests sistemes, i s'estableix la superfície mínima de coberta recomanada per a la implantació de sistemes d'aprofitament d'aigües pluvials de cobertes.

13.3.2. Tipus de sistemes d'aprofitament de l'aigua de pluja

Existeixen diferents tipus de sistemes d'aprofitament d'aigües pluvials de cobertes. Aquests s'han classificat en tres grans grups en funció del sistema d'emmagatzematge que utilitzen:

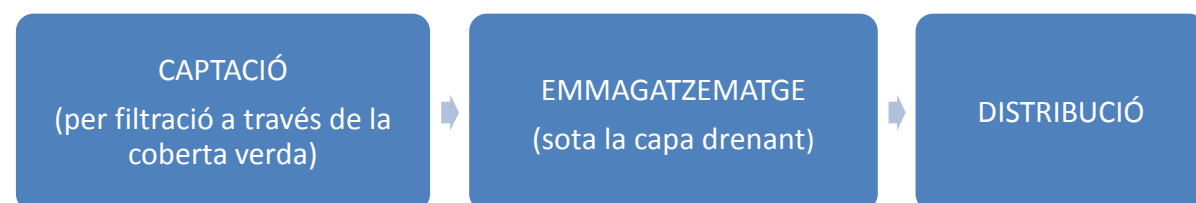
- Emmagatzematge en dipòsit

Consisteix en la recollida de les aigües pluvials de cobertes, canalitzades i emmagatzemades en un dipòsit, a poder ser tancat i soterrat per a una protecció dels raigs solars (ja que és el sistema més segur per garantir la qualitat de l'aigua emmagatzemada) i una posterior distribució per al seu ús. Per tal de garantir la funcionalitat i sostenibilitat dels sistemes d'aprofitament d'aigües pluvials de cobertes mitjançant dipòsit, aquests sistemes han de disposar dels següents elements:



- Coberta verda acumuladora d'aigua o aljub

Una coberta verda aljub, és una coberta enjardinada, construïda amb un sistema drenant que permet que hi hagi emmagatzemada aigua a tota la coberta. Es fa una consideració especial a aquest tipus de coberta, degut a la seva casuística constructiva. El sistema de reg d'aquest tipus de coberta sol ser per capil·laritat o bé sistema de reg per degoteig.



Les cobertes aljubs necessiten diferents tipus de components en funció dels usos que es vulgui donar a l'aigua emmagatzemada. Pel que fa al component més important per la construcció d'una coberta d'aquest tipus es la utilització de lloses lleugeres i/o plaques d'aïllament de polièster amb una capa de morter. Entre aquestes lloses es deixa una separació per on entra l'aigua a la zona d'emmagatzematge.

- Coberta verda amb substrat amb capacitat de retenció d'aigua

Aquest sistema d'aprofitament d'aigües pluvials consisteix en un sistema de coberta verda on l'aigua es drena a través de vegetació, pel que té un primer ús pel reg de la vegetació de la coberta i en cas de precipitació abundant, l'aigua sobrant pugui quedar emmagatzemada a la capa inferior de la vegetació.



Cal destacar que els aljubs sota coberta i substrats amb capacitat de retenció d'aigua també tenen una funció d'aïllament tèrmic de l'edifici.

13.3.3. Criteris tècnics bàsics

A continuació es detallen alguns criteris tècnics bàsics a tenir en compte per tal d'implementar sistemes d'aprofitament d'aigües pluvials, cal esmentar que aquests aspectes es desenvolupen en detall a l'Annex 7 de "Consideracions tècniques per a la implementació d'aprofitament d'aigües pluvials de cobertes":

- Els materials de sistemes d'emmagatzematge de l'aigua de pluja no poden alterar en cap cas la qualitat de l'aigua emmagatzemada.
- Per una millor conservació de l'aigua, caldrà garantir la protecció del dipòsit dels raigs ultraviolats i de les temperatures extremes, per evitar la proliferació de legionel·la.
- És imprescindible l'existència d'un registre o arqueta d'entrada al sistema d'emmagatzematge, per tal de permetre la seva inspecció, neteja i manteniment, així com per assegurar la limitació d'entrada al personal no autoritzat.
- Els components instal·lats dins del sistema d'aprofitament han de ser fàcilment desmuntables en cas d'averies.
- El disseny de la instal·lació ha de garantir que no es pugui confondre amb la d'aigua potable i assegurí la impossibilitat de contaminar el seu subministrament.
 - Tot sistema d'emmagatzematge ha de constar d'un sobreexidor i d'una alimentació des de la xarxa d'abastament municipal, per tal de garantir l'abastament en casos en que el règim pluviomètric no garanteixi el reg durant l'any.
 - En cas de ser un dipòsit convencional cal, una derivació de les primeres pluges, una entrada anti-turbulència, un equip de bombeig que proporcioni la pressió i el cabal mínim per l'ús, un sifó de protecció a la sortida de l'aigua.
 - Caldrà garantir un control periòdic mínim de manteniment i de qualitat de l'aigua pluvial emmagatzemada segons el sistema d'aprofitament.
- S'ha de tenir en compte la seva correcta senyalització de tot el sistema.

13.4. ÀMBIT D'APLICACIÓ

Per tal d'emmarcar l'àmbit d'aplicació pel que fa al reaprofitament d'aigües pluvials provinents de cobertes, s'han analitzat diferents ordenances municipals en l'àmbit de Catalunya i estudis relacionats amb l'estalvi d'aigua en l'àmbit de Catalunya i que contemplin l'aprofitament d'aigües pluvials de cobertes.

Cal fer especial menció al document elaborat per l'ACA d'"Aprofitament d'aigua de pluja de Catalunya", de juny del 2011, on es fa una anàlisi exhaustiva de les diferents ordenances municipals, relatives a l'estalvi de l'aigua, i que contemplin l'aprofitament de les aigües pluvials.

Entre d'altres aspectes, destaca l'esforç per tal d'unificar criteris per al dimensionament de dipòsits d'emmagatzematge d'aigües pluvials de coberta.

De totes les ordenances que s'han analitzat, a la Taula 74 es fa un resum d'aquelles relatives a ciutats amb una densitat de població i nivell urbanístic més semblants a la ciutat de Barcelona.

Municipi	Tipus ordenança	Àmbit d'aplicació de l'aprofitament d'aigües pluvials de coberta	
Barberà del Vallès	Estalvi d'aigua	Edificacions i construccions amb espais no pavimentats susceptibles de ser regats superiors a >1000m ²	
Granollers	Estalvi d'aigua	Habitatges plurifamiliars	>100 m ² de zona verda o amb piscina amb superfície <30 m ² (*)
		Habitatges unifamiliars	Contempla diferents opcions, que en funció del cas, requeriran una o altre solució
		Hotels	>100 m ² de zona verda o amb piscina de superfície <30 m ² (**)
		Edificis d'usos diversos	>100 m ² de zona verda
		Equipaments	>100 m ² de zona verda o amb piscina de superfície <30 m ² (***)
Sant Joan Despí	Eficiència energètica, estalvi d'aigua, contenidors i recollida selectiva, vegetació i energia solar	Tots els edificis amb consum d'aigua destinada a usos que no necessitin potabilitat	

Taula 74. Resum ordenances municipals d'estalvi d'aigua en relació a l'aprofitament d'aigües pluvials. Font: ACA

- (*) Han d'incorporar un sistema per l'aprofitament d'aigua de pluja o per a la reutilització d'aigua sobrant de piscines.
- (**) Han d'incorporar un sistema per l'aprofitament d'aigua de pluja o un sistema per a la reutilització d'aigua sobrant de piscines o un sistema de reutilització d'aigües grises.
- (***) Han d'incorporar un sistema de reutilització d'aigües grises un dels dos sistemes següents: un sistema per l'aprofitament d'aigua de pluja o un sistema per a reutilització d'aigua sobrant de piscines.

En aquestes ordenances en particular i en general a les ordenances municipals de Catalunya analitzades, el factor limitant per l'àmbit d'aplicació és la quantitat de superfície verda a regar. En termes generals per tant, el que implica una obligatorietat o no, és si hi ha zona verda i la seva àrea. A més a més, cal tenir en compte que aquest tipus d'ordenances, també en termes generals, no obliguen a un sistema de recollides de pluvials, sinó a un aprofitament d'algun tipus de RHA (ja sigui d'aigües pluvials, aigües grises, aigües de recuperació de piscines o altres).

A l'estudi sobre l'aplicació d'ordenances municipals per l'estalvi de l'aigua realitzat per la UAB a petició de la Xarxa de ciutats i pobles cap a la sostenibilitat, realitzat al 2011, recalca la importància d'adaptar les ordenances municipals d'estalvi d'aigua segons la seva realitat, especialment a la tipologia urbanística, per exemple en el cas d'aigües pluvials es considera que té un major potencial en municipis amb una tipologia urbanística difusa, mentre que els sistemes de reutilització d'aigües grises són d'especial interès en municipis amb una tipologia compacta per motius d'economia d'escala. L'ordenança tipus d'estalvi de l'aigua que proposa la diputació de Barcelona, desembre del 2005, estableix els criteris d'obligatorietat i casuística per l'aprofitament d'aigües pluvials que es recullen a la Taula 75.

Tipus ordenança	Àmbit d'aplicació		Sistema de reutilització d'aigües que s'ha d'incorporar
Ordenança tipus per l'estalvi de l'aigua segons la Diputació de Barcelona	Habitatge plurifamiliar	<8 habitatges i >100 m ² de zona verda o piscina <30m ²	Un sistema de reutilització d'aigües grises o un sistema d'aprofitament d'aigua de pluja o un sistema per a la reutilització sobrant de piscines
		≥8 habitatges >300 m ² de zona verda o piscina <30m ²	Un sistema per a l'aprofitament d'aigua de pluja o un sistema de reutilització d'aigua sobrant de piscines
	Habitatge unifamiliar	>150 m ² construïts i <100 m ² de zona verda o piscina <30m ²	Un sistema de reutilització d'aigües grises o un sistema per l'aprofitament d'aigua de pluja o un sistema per a la reutilització d'aigua sobrant de piscines
		>150 m ² construïts i >100 m ² de zona verda o piscina <30m ²	Un sistema per l'aprofitament d'aigua de pluja o un sistema per a la reutilització d'aigua sobrant de piscines
	Hotels	>100 m ² de zona verda o piscina >30 m ²	Un sistema d'aprofitament d'aigua de pluja o un sistema per a la reutilització d'aigua sobrant de piscines
	Altres habitatges	Edificis d'usos diversos diferents als anteriors amb >100 m ² de zona verda	Un sistema d'aigua de pluja per al reg

Taula 75. Resum ordenança tipus per pluvials. Font: Diputació de Barcelona

L'aigua pluvial recollida a les cobertes dels edificis, tal com ja s'ha esmentat, pot ser utilitzada per a reg de jardins, jardins verticals, murs verds, cobertes verdes, horts urbans, ompliment de cisternes d'inodors, neteja de terra, etc.

És important que no es generin aerosols en el seu ús, doncs els controls analítics i de tractament de les aigües hauria de ser molt més acurat per a evitar riscos, i per tant associat a elevats costos de manteniment del sistema.

Segons l'especificat en apartats anteriors, a nivell d'eficiència del sistema i retorn de la inversió hi ha dos factors claus que es recomana tenir en consideració per a que la implantació d'un sistema d'aprofitament de pluvials de coberta sigui eficient, aquests són la superfície (que aquesta sigui $>150\text{m}^2$) i la pendent de la coberta (amb pendent $>12\%$ d'inclinació, només es recomana instal·lació d'aprofitament de pluvials fora de la coberta). Cal esmentar també, que en cobertes lleugeres, l'aprofitament només es podrà fer fora de la coberta.

A l'Annex 7, de consideracions tècniques per a la implementació d'aprofitament d'aigües pluvials de cobertes, es proposa que a tots els edificis de nova construcció, grans rehabilitacions, canvis d'ús de l'edifici i rehabilitació de cobertes amb una superfície verda superior a 100 m^2 es realitzi l'anàlisi de la viabilitat d'aprofitament d'aigües pluvials de coberta. Quedarien exempts de l'aplicació d'estudi d'aprofitament d'aigües pluvials de cobertes els edificis patrimonials. També es detallen els requisits mínims, l'àmbit d'aplicació i criteris tècnics específics per al dimensionament dels dipòsits, disseny i components bàsics d'un sistema d'aprofitament de pluvials, recomanacions de manteniment i control analític de l'aigua i especificacions mínimes de qualitat de l'aigua.

14. LÍNIA D'ACCIÓ 5. APROFITAMENT DE LES AIGÜES PLUVIALS DE CAPÇALERA

14.1.OBJECTIUS DE LA LÍNIA D'ACCIÓ

L'aprofitament de les aigües pluvials generades a les conques vessants dels torrents de la zona de bosc de Collserola es planteja en el present Pla amb l'objectiu d'assolir els beneficis següents:

- Aprofitament dels recursos hídrics de proximitat. L'emmagatzematge de les aigües pluvials de Collserola es planteja amb l'objectiu d'aprofitar les aigües de pluja generades en aquesta zona per a cobrir els usos que es puguin satisfer amb aigua no potable en l'entorn més proper dels punts de captació, per reduir el consum d'aigua potable i reduir despeses energètiques generades pel transport d'aigua del subsòl des dels punts de captació d'aquesta.
- Protecció de les masses d'aigua que constitueixen el medi receptor de la xarxa de drenatge i clavegueram de la ciutat. Actualment, l'aigua de pluja que es genera a les conques rurals de Collserola entra a la xarxa de clavegueram mitjançant fossars de captació situats a la llera dels torrents, a l'inici de la zona urbana de la ciutat. Travessa la ciutat i és abocada al medi receptor, arrossegant sediments i els contaminants de l'interior de la xarxa de clavegueram. Per tant, l'emmagatzematge d'aquesta aigua de pluja redueix el volum d'aigua abocat al medi en episodis de precipitació intensos.
- Protecció de la xarxa de clavegueram. L'aigua de pluja dels torrents de Collserola arrossega gran quantitat de sediments, fulles, etc. Gran part d'aquests queden retinguts en els fossars de sedimentació dels punts d'entrada a la xarxa de clavegueram, però és inevitable que una altra part entri a la xarxa. Aquests sediments circulen per la xarxa de clavegueram des de la part alta de la ciutat i es van acumulant en els col·lectors de la part baixa, que tenen menor pendent, i que poden generar problemes de retenció d'aigua en alguns punts i de reducció de secció en els col·lectors principals de la xarxa.

14.2.CONSIDERACIONS GENERALS

El desenvolupament d'aquesta línia d'acció s'ha de realitzar tenint en compte les consideracions següents, que ja s'han introduït al capítol 7 del present Pla, i que s'exposen a continuació:

- Les rieres de la vessant Nord de Collserola aboquen als rius Llobregat i Ripoll, per tant contribueixen al manteniment del cabal ecològic d'aquests rius. Per aquest motiu no es planteja el seu aprofitament (a més, en alguns casos els punts de captació quedarien fora del terme municipal de Barcelona). Es considera en aquest línia d'acció l'aprofitament de les rieres de la vessant Sud, que desguassen a la xarxa de clavegueram de la ciutat.
- Es considera com a criteri general de dimensionament dels dipòsits d'emmagatzematge que aquests siguin capaços de retenir el volum d'aigua de pluja generat a la seva conca vessant corresponent a un episodi de 30 mm de precipitació (equivalent a la precipitació del 95% dels episodis de pluja per un any mig), tal com s'exposa a l'apartat 7.1.3. En dit apartat es quantifica el volum d'aigua de pluja aprofitable en un any mig, equivalent a $342.258\text{ m}^3/\text{any}$, considerant que s'aprofita l'aigua generada a totes les conques superiors a 4 ha.

- Els punts de captació i emmagatzematge de les aigües pluvials s'han de situar a les lleres dels torrents, aigües amunt de l'inici de les zones urbanitzades, per tal de minimitzar la quantitat de contaminants que puguin ser arrossegats.
- Es considera que les conques amb una superfície inferior a 4 ha no tenen prou capacitat per generar un volum d'aigua de pluja prou significatiu pel seu aprofitament (inferior a 1.000 m³/any), per tant aquestes quedarien excloses de l'anàlisi de viabilitat.
- La proximitat del punt de captació al punt d'utilització. La ubicació d'aquests punts de captació, a la zona alta de la ciutat, redueix les possibilitats d'ús de l'aigua recollida, que es podria utilitzar per al reg de zones verdes properes, o bé per a la creació de basses naturalitzades que afavoreixin l'augment de la biodiversitat a la zona de Collserola. La dispersió en el territori dels diferents possibles punts de captació dificulten la concentració d'aquest recurs i la seva posterior distribució.
- La implantació d'una infraestructura de captació i emmagatzematge dependrà de l'espai físic disponible, de l'impacte ambiental generat, i de la possibilitat d'accés amb vehicle al punt de captació per al manteniment de les instal·lacions. Aquests aspectes s'hauran estudiar per a cada cas a nivell de projecte constructiu.
- Per a l'aprofitament de l'aigua emmagatzemada per a altres usos, caldrà realitzar almenys un tractament físic, consistent en una filtració de gruixos i decantació de sòlids en suspensió, i, en funció de l'ús i del temps de retenció estimat de l'aigua de pluja en el sistema, una desinfecció. En qualsevol cas, els tractaments necessaris es valoraran en funció de la qualitat de l'aigua de pluja que es reculli.

14.3.ESTUDI D'IMPLANTACIÓ DE DIPÒSITS D'AIGÜES PLUVIALS A COLLSEROLA.

A partir dels càlculs realitzats per a l'estimació del volum generat aprofitable a les conques vessants als torrent de Collserola, es pot detectar i ubicar aquells punts on es podrà recollir major quantitat d'aigua, corresponents als punts que tenen una major conca vessant.

Al plànol 4.1.2 es representen la totalitat dels cursos principals d'aigua de la vessant sud de Collserola, obtinguts a partir del Model Digital del Terreny de l'Institut Cartogràfic de Catalunya, i la proposta de punts de captació i retenció d'aigua de pluja en cada cas.

A la Figura 42 es representen els torrents i les conques vessants de la zona central de Collserola, i es detaquen les més importants, és a dir, on es podria captar un major volum d'aigua amb la implantació de dipòsits en els punts de captació indicats situats a les lleres dels torrents.

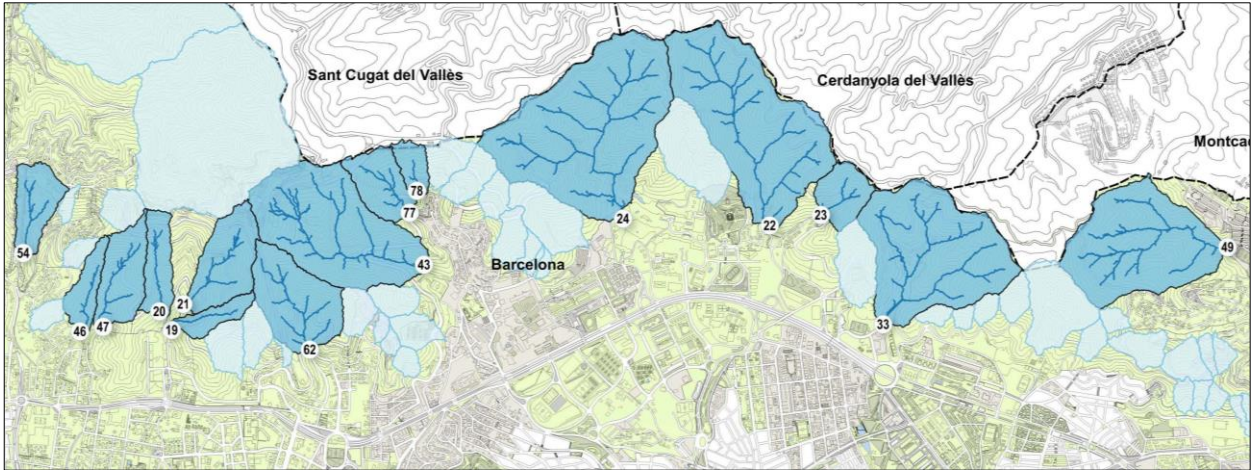


Figura 42. Extracte del plànol de conques i torrents de la zona central de la ciutat.

A partir dels resultats exposats a la Taula 9, es seleccionen aquelles conques que tenen una major conca vessant, per a la prioritització de la planificació de dipòsits d'emmagatzematge d'aigües pluvials. Dels 34 punts de captació analitzats a l'apartat 7.1.3, obtinguts a partir dels cursos principals d'aigua que es generen mitjançant el Model Digital del Terreny de la ciutat, es seleccionen els punts de captació on s'estima que el volum d'aigua de pluja aprofitable és superior a 8.000 m³/any. Aplicant aquest criteri es proposen 10 punts de captació, que recollirien **218.044 m³/any**, corresponent al 63% del volum aprofitable estimat per un any mig. A la Taula 76 es llisten els punts de captació proposats, la superfície de la conca vessant corresponent i el volum aprofitable en un any mig per a cadascuna de les conques.

CODI	NOM TORRENT	ÀREA CONCA (ha)	VOLUM GENERAT (m³)	VOLUM DIPÒSIT (m³)
33	Torrent de Can MasDeu	69,8	41.728	10.500
24	Torrent de Can Borrell	84,54	33.496	10.100
43	Torrent de la font del Bacallà	60,97	30.970	8.500
22	Torrent de Cal Notari	69,6	30.469	9.000
49	Torrent de la Font d'en Magués	51,87	20.724	6.000
19-20-21	Torrent de Bellesguard	36,05	16.557	4.700
46-47	Torrent de la Font de Bou	23,91	15.891	4.000
62	Torrent de l'Infern	25,77	11.742	3.300
54	Torrent de la Font del Mont	12,3	8.352	2.000
77-78	Torrent de Sant Genís	18,65	8.115	2.500
TOTAL		453,46	218.044	60.600

Taula 76. Volums aprofitables per un any mig en els punts de captació proposats i volums de dipòsits.

Com es pot veure a la taula anterior, es proposen 10 dipòsits d'emmagatzematge d'aigües pluvials, amb un volum total de **60.600 m³**.

Al plànol 10.1 es representen les conques indicades a la taula anterior, amb els cursos principals d'aigua de cadascuna d'elles i la proposta de punts de captació i emmagatzematge d'aigua de pluja en cada conca.

A la figura següent es fa un balanç entre el volum potencial, que correspon a l'escorrentiu d'aigua de pluja generat a les conques vessants dels torrents de Collserola en un any mig, el volum gestionat pels 10 dipòsits proposats, i el volum no gestionat, que correspon al volum generat per les conques en les quals el Pla no preveu actuar. El volum no aprofitable correspon al volum que no es podria emmagatzemar i entraria a la xarxa de clavegueram (en episodis de pluja intensos).

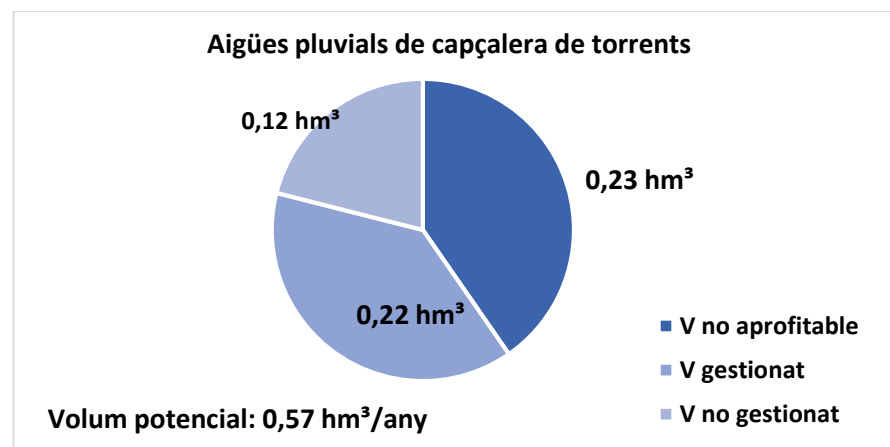


Figura 43. Extracte del plànol de conques i torrents de la zona central de la ciutat.

En qualsevol cas, caldrà analitzar en cada punt la viabilitat tècnica i econòmica de la implantació d'aquests dipòsits d'emmagatzematge, i estudiar la possibilitat de combinar en aquests dipòsits l'aprofitament de les aigües pluvials amb l'aigua freàtica del sistema Ronda de Dalt proposat a la Línia d'Acció 1.

15. LÍNIA D'ACCIÓ 6. TRACTAMENT DE LES AIGÜES PLUVIALS DE L'ESPAI PÚBLIC MITJANÇANT SUDS.

15.1.OBJECTIUS DE LA LÍNIA D'ACCIÓ

L'objectiu d'aquesta línia d'acció és realitzar el tractament en origen de les aigües d'escorrentiu urbà, per a obtenir els següents beneficis en la gestió del cicle de l'aigua de la ciutat:

- Reducció del volum d'aigua que entra a la xarxa de clavegueram, i per tant que arriba a la depuradora o bé és abocat al medi receptor, ja que una part del volum d'aigua de pluja caiguda és gestionat mitjançant l'emmagatzematge o la infiltració en el terreny d'aquesta.
- Protecció de les masses d'aigua que constitueixen el medi receptor de la xarxa de drenatge i clavegueram de la ciutat. L'aigua de pluja en zona urbana arrossega diversos contaminants, com ara metalls pesants i hidrocarburs, que en un sistema de drenatge convencional entren a la xarxa de clavegueram, i per tant van a la depuradora o bé són abocats al medi. La gestió de l'aigua de pluja en origen redueix la quantitat de contaminants abocats al medi. Una gran part dels contaminants són retinguts en el punt de captació, i amb el procés d'infiltració natural de l'aigua de pluja en el terreny es produeix un tractament primari d'adsorció dels contaminants, que minimitza el risc que aquests arribin a l'aquífer.
- La naturalització del cicle de l'aigua implica un augment del volum d'aigua de pluja que s'infiltra al terreny, afavorint la recàrrega de l'aquífer. En aquest sentit, cal remarcar que el subsòl és el dipòsit natural per excel·lència, on, en condicions normals, la qualitat de l'aigua es manté estable.
- La captació d'aigua de pluja mitjançant SUDS produeix un augment de la potencialitat de l'aigua de pluja com a recurs per al reg de les zones verdes que conformen el propi SUDS, ja que aquest rep aportacions d'aigua de pluja de la seva conca vessant, a més de la que cau a sobre del propi SUDS.

15.2.ANTECEDENTS

En els darrers anys, a l'àmbit de la urbanització de diferents sectors de la ciutat, s'han anat implantant diversos tipus de SUDS, entre les quals cal destacar les SUDS del barri de la Marina del Prat Vermell, Can Cortada, Bon Pastor, o Torrent de les Monges. Al plànol 4.1.1 es representen els SUDS recentment executats i en funcionament o que està previst executar a curt termini a la ciutat de Barcelona.

En el marc de l'estudi de *superilles*, desenvolupat per l'Ajuntament de Barcelona en els últims anys, es proposa entre les actuacions relacionades amb el cicle de l'aigua i el verd, un augment significatiu de les zones verdes en l'espai públic, que s'aprofita per a la implantació de SUDS. El criteris establerts en l'estudi segons el tipus de via són:

- Via bàsica: assolir un mínim d'un 10% de superfície verda permeable.
- Via local: assolir un mínim d'un 20% de superfície verda permeable.
- Via veïnal: assolir un mínim d'un 30% de superfície verda permeable.

Des de la Direcció d'Espais Verds i Biodiversitat s'ha impulsat recentment la realització de l'*Estudi de recopilació i anàlisi de les experiències amb sistemes i dispositius de drenatge urbà sostenible a la ciutat de Barcelona*, a càrrec de l'empresa Green Blue Management, especialista en disseny i modelització de SUDS. Aquest estudi fa un recull de les experiències en SUDS a la ciutat de Barcelona i en d'altres ciutats, exposa les principals característiques i beneficis dels SUDS, i defineix les diferents tipologies de SUDS aplicables a la ciutat de Barcelona. L'objecte d'aquest estudi és desenvolupar els criteris de disseny, execució i conservació dels SUDS i proposar la implantació de diferents tipologies de SUDS en funció dels carrers tipus seleccionats.

En el marc de la redacció del present Pla, i seguint la línia de treball iniciada amb l'estudi anterior, BCASA ha encarregat a l'empresa Green Blue Management la redacció de l'*Estudi d'Aprofitament de les aigües pluvials mitjançant Sistemes urbans de Drenatge Sostenible a la ciutat de Barcelona*. En els següents apartats es resumeixen els criteris de partida i els resultats obtinguts amb aquest estudi. El document complet d'adjunta a l'Annex 5 del present document.

15.3. CONSIDERACIONS GENERALS

La implantació de sistemes de captació o aprofitament de les aigües de pluja de l'espai públic pot venir condicionada per diversos factors que cal tenir en compte:

- Els SUDS funcionen correctament en zones amb pendent baix, ja que pendents elevats poden produir elevades velocitats d'escoriment i arrossegament de fons que poden inutilitzar ràpidament els SUDS.
- Els SUDS requereixen pel seu bon funcionament que el subsòl on es situïn tingui una permeabilitat moderada a alta, que permeti la ràpida infiltració cap al terreny natural de l'aigua acumulada en el SUDS. Per tant cal limitar la seva implantació en zones de la ciutat que compleixin aquest requisit.
- Els SUDS funcionen de manera òptima amb pluges de baixa a moderada intensitat. En els episodis de pluja del clima mediterrani, d'intensitat moderada a elevada, els SUDS poden gestionar una part del volum generat i poden reduir el cabal punta, però no de manera significativa.
- La disponibilitat d'aigua captada pels SUDS té una gran variabilitat en el temps, degut al règim de pluges del clima mediterrani. Per tant cal plantejar en cada cas quin és l'ús que es vol donar a l'aigua recollida i/o emmagatzemada. En qualsevol cas es recomana prioritzar la infiltració davant la reutilització directa del recurs, ja que aquesta segona opció té un major cost d'inversió inicial i de manteniment que cal considerar.
- En cas que es vulgui emmagatzemar l'aigua captada pels SUDS per a un ús posterior mitjançant dipòsits d'acumulació, caldrà incloure un sistema de desinfecció de l'aigua prèvia al seu ús, i un protocol de seguiment i control de qualitat de l'aigua emmagatzemada en funció del seu ús.
- La implantació de SUDS implica la reforma del model de disseny i gestió l'espai públic, que ha de fomentar el manteniment i permetre la recuperació de processos naturals a l'entorn urbà tant com la participació ciutadana. Així, la implementació de SUDS a l'espai urbà de la

ciutat de Barcelona presenta una sèrie de reptes transversals i comuns a tots els operadors municipals, especialment pels responsables manteniment i gestió de l'espai públic i en particular els espais verds. En aquest sentit, cal dotar als SUDS dels corresponents recursos per a la seva conservació, i redactar un **Pla de Manteniment** específic pels SUDS, consensuat i aprovat pels diferents operadors municipals que intervenen en la seva conservació.

15.4. DESCRIPCIÓ GENERAL DEL FUNCIONAMENT I TIPOLOGIES DELS SUDS

De forma general, el funcionament dels SUDS consisteix en captar l'aigua de pluja que cau en la conca vessant associada a ells, per a una posterior reutilització o bé per a infiltració al terreny. Per tant, per un correcte funcionament d'aquests dispositius és necessari que aquests estiguin lligats a una urbanització integral de l'espai públic, per tal de donar pendent de la superfície a gestionar cap al SUDS. Les dimensions i la tipologia d'aquests determinaran la seva capacitat de gestió de l'aigua de pluja en origen, pel que fa al volum d'aigua gestionat com a la retenció de contaminants aconseguida.

Existeixen diferents tipus de SUDS en funció de les característiques morfològiques de l'àmbit d'aplicació, el tipus de clima, l'objectiu a assolir, el context urbanístic, etc. La classificació d'aquests sistemes és molt oberta, però s'intenten tipificar en funció de la quantitat i el tipus de tractament que es dona a l'aigua d'escorrentiu captada. A la taula següent es classifiquen els principals tipus de SUDS segons la seva funció principal.

TIPUS	CATEGORIA
A. RETENCIÓ	Estanys de detenció estesa (Secs)
	Estanys de retenció (Humits)
	Aiguamolls
B. INFILTRACIÓ	Rases drenants o cunetes vegetades
	Pous i rases d'infiltració/ detenció
	Estanys d'infiltració
	Paviments permeables i modulars
	Escossells d'infiltració
C. BIOFILTRES VEGETALS	Canals de gespa (secs, humits)(Swales, cunetes)
	Franges de bioretenció
D. EMMAGATZEMATGE	Tècniques patentades (estructures alveolars, etc)
	Aljubs

Taula 77. Principals tipus de SUDS

De cara a l'elecció d'un o altre sistema, cal tenir en compte que no tots els sistemes tenen la mateixa capacitat de tractament de contaminants. En aquest sentit, les franges de bioretenció són les que tenen una major capacitat de remoció de contaminants, front d'altres sistemes, com ara les cunetes vegetades o bé els paviments permeables. A l'apartat 7.2 de l'estudi es fa un anàlisi de la capacitat de tractament de les aigües d'escorrentiu urbà per a diferents tipologies de SUDS.

15.5. ESTUDI D'IMPLANTACIÓ DE SISTEMES URBANS DE DRENATGE SOSTENIBLE (SUDS) A BARCELONA.

15.5.1. Introducció

L'objectiu principal de l'estudi és fer una quantificació del volum d'aigua de pluja caiguda a l'espai públic realment aprofitable (que es podria captar a l'espai públic mitjançant SUDS) a la ciutat de Barcelona. En aquest sentit, s'ha realitzat un anàlisi detallat del funcionament de diferents tipologies de SUDS en diferents tipologies de carrer, definides amb l'objectiu de poder extrapolar els resultats obtinguts a tots els carrers de la ciutat de Barcelona que compleixin els requisits exposats anteriorment per a la implantació de SUDS. A grans trets, l'estudi consisteix en:

- Anàlisi de la tipologia dels carrers de Barcelona i definició de 6 carrers tipus i un espai verd representatius per al desenvolupament de l'estudi.
- Anàlisi de la pluviometria a utilitzar per al disseny i la modelització dels SUDS.
- Disseny i modelització de les tipologies de SUDS més adients per a la ciutat de Barcelona aplicades a 6 espais públics tipus (5 carrers tipus i 1 espai verd) representatius de la ciutat per a un any mig.
- Estimació del volum potencial que es podria gestionar amb els SUDS a nivell de ciutat.
- Estimació de la capacitat de retenció i tractament de contaminants dels SUDS dissenyats.
- Estudi econòmic de la implantació i manteniment dels SUDS.

15.5.2. Definició dels criteris de disseny i implantació de SUDS

Els criteris de partida que s'han aplicat per al desenvolupament del present estudi són:

- La permeabilitat del terreny natural s'ha escollit tenint en compte la bibliografia existent i els resultats obtinguts en els diferents assaigs de permeabilitat realitzats en els SUDS executats recentment a la ciutat. S'han descartat de l'estudi les zones altes de Barcelona, on el subsòl té una permeabilitat molt baixa.
- La cota del nivell freàtic en tota la ciutat s'ha extret del model hidrogeològic de la ciutat de Barcelona, desenvolupat pel CSIC. S'han descartat les zones de la ciutat on el nivell freàtic està situat a una fondària inferior a 1,5 m respecte de la cota de fons del SUDS, ja que es considera que en aquestes zones no és aconsellable fer noves infiltracions.
- La pluja de disseny dels SUDS correspon a la pluja d'un any mig (2009) d'un pluviòmetre de la ciutat representatiu d'aquest, amb els valors de precipitació mitjana, màxima diària, número d'episodis i intensitat de precipitació més semblants als valors mitjans, per tal que la dispersió de les dades d'un pluviòmetre en concret respecte de l'any mig sigui mínima. Analitzant de les dades de precipitació diària dels pluviòmetres situats a la zona central de Barcelona, on es preveu fer una aplicació més extensiva dels SUDS, s'ha optat per utilitzar per a la simulació les dades de pluviometria real del pluviòmetre P23. Al capítol 5.3 de l'Annex 5 s'explica amb detall com s'ha realitzat la selecció del pluviòmetre per a l'estudi, que s'ha de fer amb dades reals de pluja.
- El criteri de dimensionament adoptat per als SUDS és que siguin capaços de gestionar una pluja de 15 mm (15 l/m²). Aquesta precipitació correspon al percentil 80 de la pluviometria de

Barcelona per un any mig. És a dir, que els SUDS es dissenyen per a què siguin capaços de gestionar el 80% dels episodis de pluja d'un any mig, i en el cas de Barcelona, el 80% dels episodis tenen un a precipitació igual o inferior a 15 mm. A la figura 23 es representa la sèrie pluviomètrica per a l'any 2009 en el pluviòmetre P23, i s'indica el llindar de la pluja aprofitable en zona urbana (episodis inferiors a 15 mm).

- Els coeficients d'escorrentiu superficial adoptats per al càlcul del volum d'aigua a gestionar pels SUS s'estableixen en $c=0.95$ en vials i voreres impermeables, $c=0.60$ en superfícies de sauló i $c=0.30$ en zones verdes.
- S'inclouen a l'estudi els carrers amb un pendent inferior al 6%, i amb una amplada superior a 9 m, ja que en els carrers que queden fora d'aquest rang, el volum gestionat és menor i el cost d'implantació i manteniment dels SUDS és molt elevat. A la figura següent es representa en color blau els carrers inclosos a l'estudi (queden fora de l'estudi els carrers en blau del Polígon Industrial de la Zona Franca).

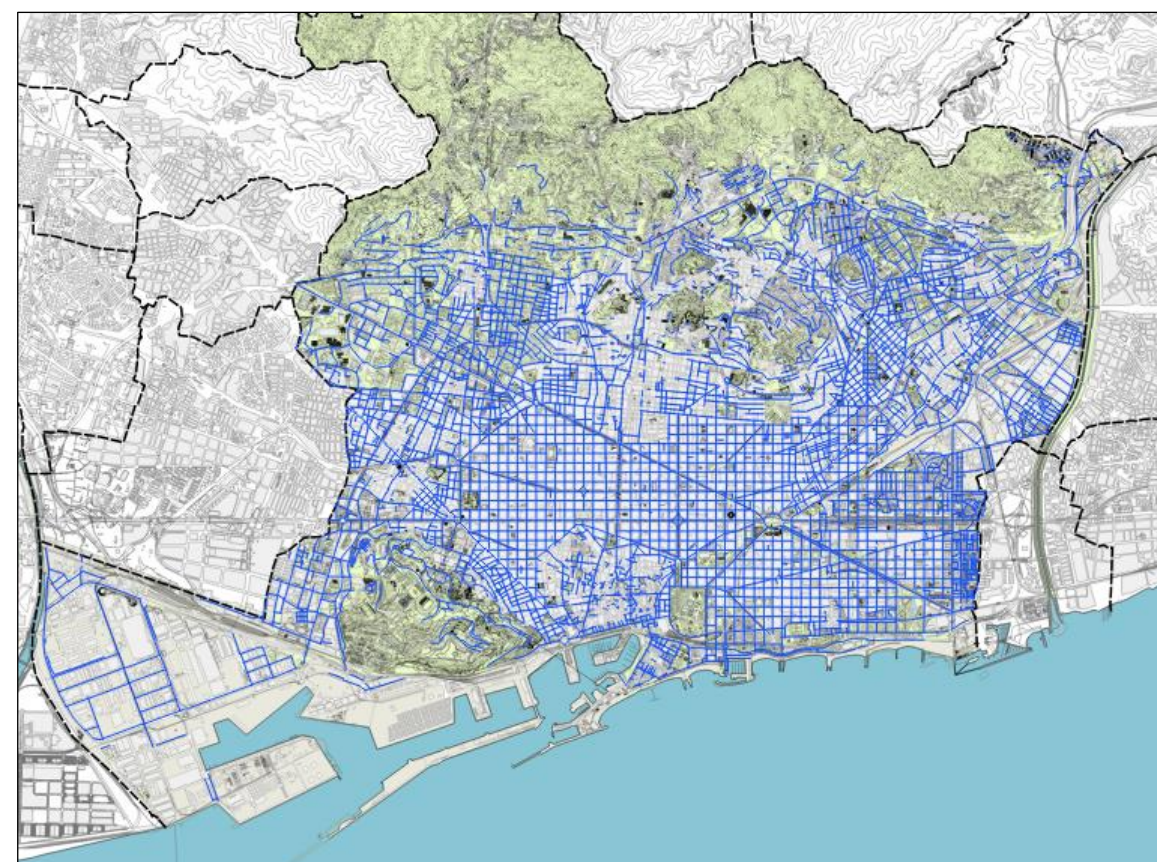


Figura 44. Carrers inclosos a l'estudi d'implantació de SUDS a la ciutat de Barcelona.

15.5.2.1. Definició dels carrers tipus per a l'estudi d'implantació de SUDS

A partir d'un anàlisi de la geometria dels carrers de Barcelona que queden dins del rang definit anteriorment, es defineixen 5 tipologies de carrer que seran representatives de tots els carrers seleccionats. També s'inclou en l'estudi l'anàlisi d'un espai verd tipus, de superfície mitjana i pendent baix. A la següent taula s'indiquen les tipologies de vial incloses a l'anàlisi d'implantació de SUDS a la ciutat.

TIPUS	DEFINICIÓ CARRER TIPUS	AMPLE (m)	PENDENT %
1	Estret i pendent mig	9 a 15	0 – 2,5
2	Ample mig i pendent baix	15 a 40	0 – 1
3	Ample mig i pendent mig	15 a 40	1 – 2,5
4	Ample mig i pendent alt	15 a 40	2,5 – 6
5	Ample gran i pendent baix	40	0 – 2,5
6	Espai verd	-	-

Taula 78. Classificació de carrers tipus inclosos a l'estudi segons l'ample i el pendent

A l'Annex 5 es descriuen amb detall les tipologies de carrer seleccionades, i s'inclouen les figures corresponents a la localització dels diferents carrers tipus dins dels carrers marcats en blau a la figura anterior.

15.5.2.2. Disseny preliminar dels SUDS proposats en els diferents carrers tipus

Per a cadascun dels carrers tipus, l'estudi fa diverses propostes de disseny de SUDS en funció dels següents criteris:

- La superfície d'espai públic que es pretén gestionar. Es defineixen diferents distribucions de SUDS en els carrers tipus en funció de quina gestió de l'aigua es vulgui fer. Aquestes són:
 - Gestió de les aigües d'escorrentiu de la vorera.
 - Gestió de les aigües d'escorrentiu de la vorera i de la calçada.
 - Addicionalment, en els carrers tipus "Eixample" s'ha analitzat la proposta de superfície verda del projecte "superilles", amb l'objectiu d'analitzar la quantitat d'aigua que pot gestionar un carrer amb el % de verd definit en el projecte.
- La capacitat de tractament dels SUDS dels contaminants arrossegats per les aigües d'escorrentiu urbà. Els mecanismes de tractament de contaminants utilitzats en el disseny dels SUDS són la sedimentació, filtració, adsorció, biodegradació, o la precipitació, entre d'altres. L'elecció d'un o altre tipus de SUDS s'ha de realitzar en funció de la càrrega contaminant de les aigües que arriben al SUDS i de la qualitat de l'aigua a la sortida dels SUDS que es vol obtenir. Per al cas de Barcelona, s'han considerat les següents tipologies de SUDS:
 - Parterres inundables per a la gestió de les aigües pluvials de vorera.
 - Franges de bioretenció per a la gestió de les aigües pluvials de calçada.
 - Addicionalment, també s'ha analitzat el paviment permeable per la gestió de les aigües pluvials de calçada en el carrer tipus 3.

A les figures següents es representen alguns exemples de les plantes i seccions proposades per als diferents carrers tipus inclosos a l'estudi. A l'Annex 5 es poden consultar les figures corresponents a totes les casuístiques analitzades.

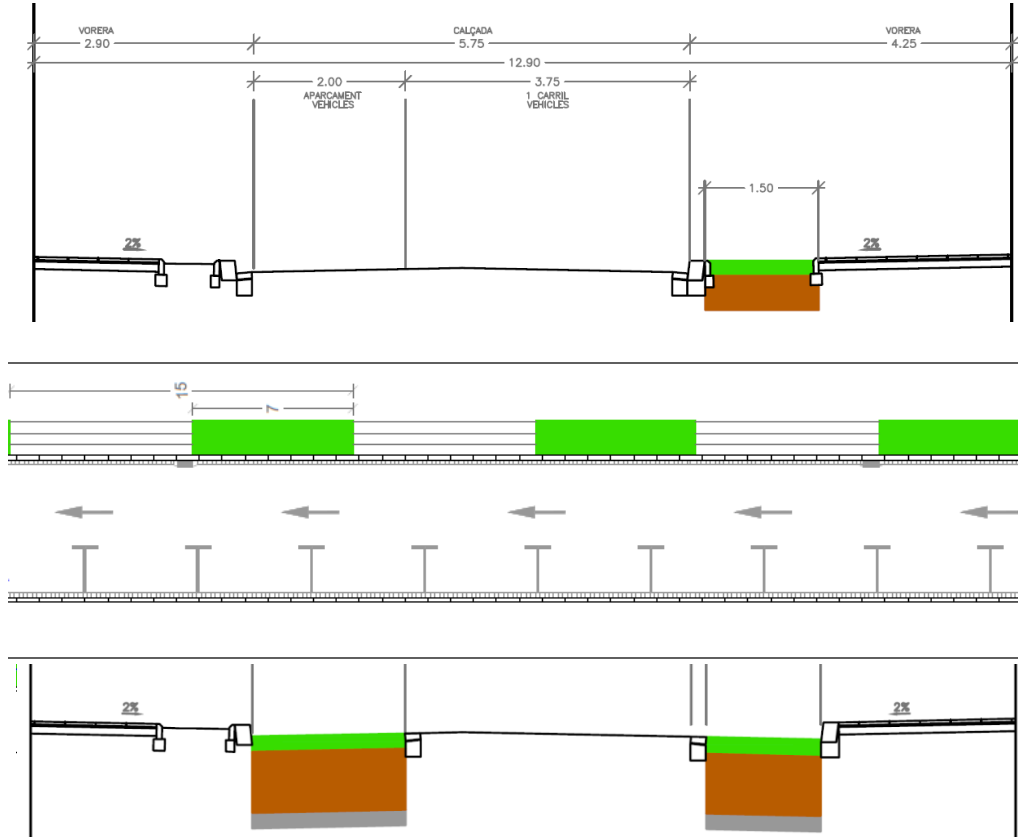


Figura 45. Distribució de SUDS proposades per al carrer tipus 1, amb gestió d'aigua de vorera

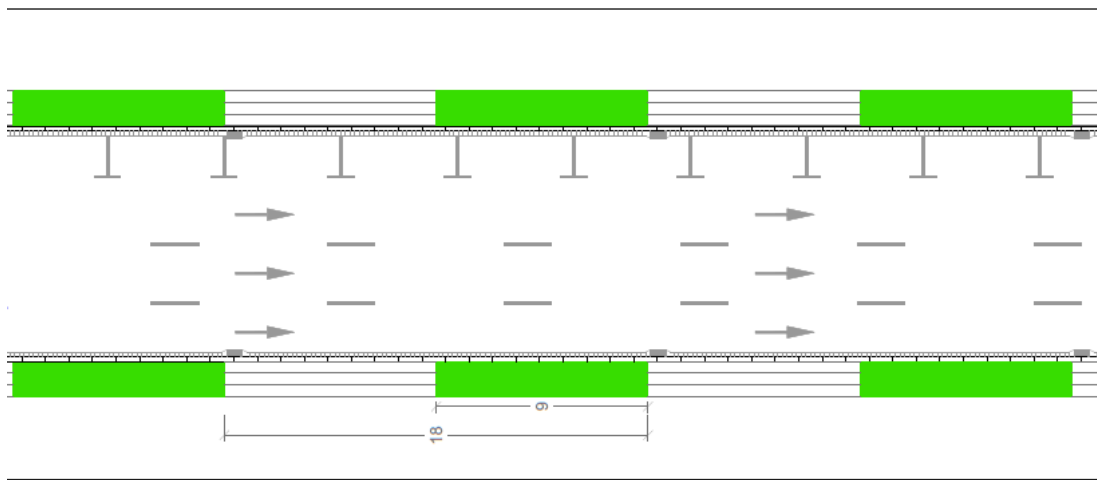


Figura 46. Distribució de SUDS proposades per al carrer tipus 1, amb gestió d'aigua de vorera i calçada

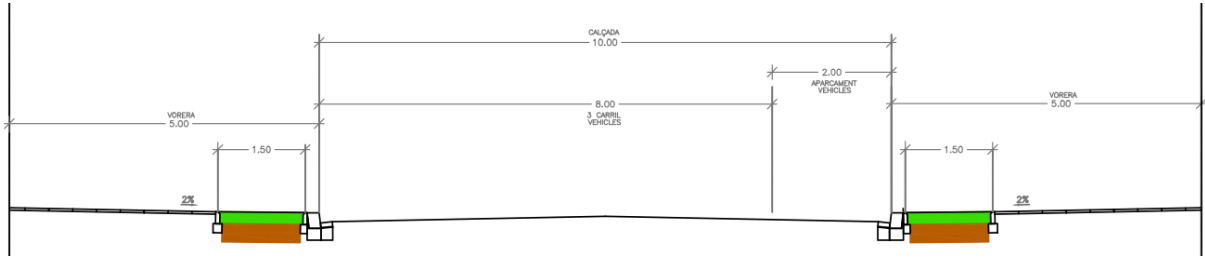


Figura 47. Distribució de SUDS proposades per al carrer tipus 2, amb gestió d'aigua de vorera.

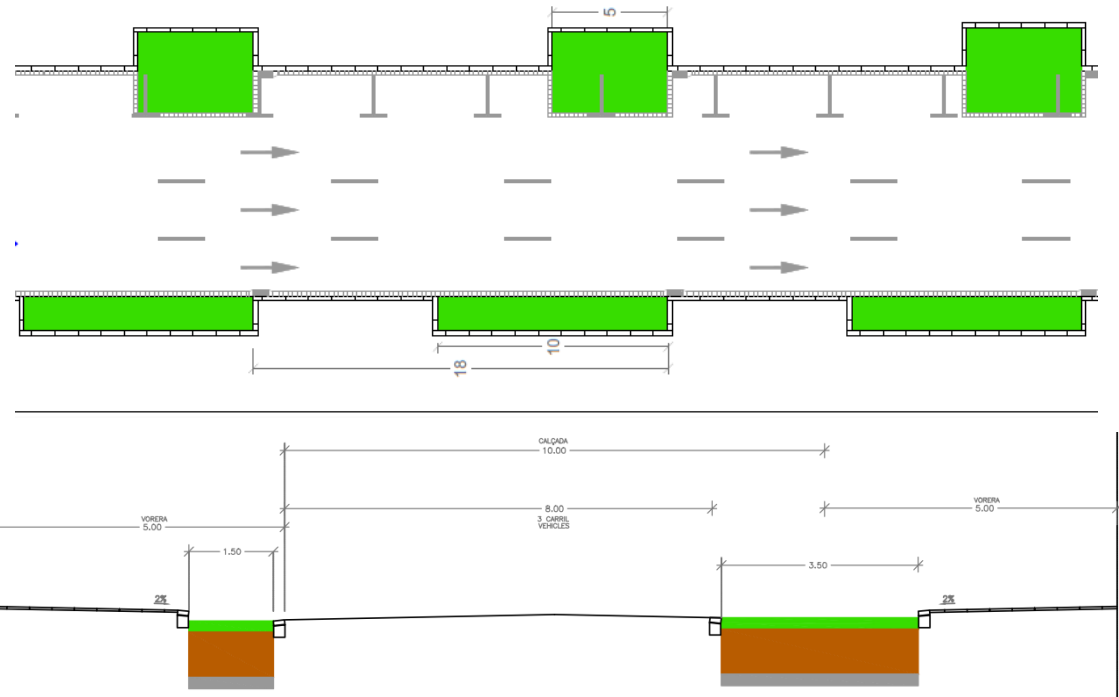


Figura 48. Distribució de SUDS proposades per al carrer tipus 2, amb gestió d'aigua de vorera i calçada

Aquesta proposta correspon a un disseny preliminar definit per a la modelització i estimació de la pluja que poden gestionar els SUDS, en qualsevol cas aquest pot variar per adaptar-se a les necessitats de cada carrer en particular, que es faria ja en fase de redacció dels projectes d'urbanització corresponents.

15.5.2.3. Modelització dels SUDS proposats

Un cop definits els carrers tipus, es modelitzen amb el software *Micro Drainage* les diferents tipologies de SUDS dissenyades per a un any complet de pluja. Com s'ha explicat a l'apartat de criteris de disseny dels SUDS, es modelitzen els registres de precipitació del pluviòmetre P23 situat a l'Eixample, per a l'any mig 2009.

Per a la modelització dels carrers tipus s'han seleccionat trams de carrer reals representatius de cadascuna de les tipologies definides. La longitud de tram de carrer modelitzat per a cada tipologia de SUDS depèn de la distribució dels parterres en cada cas, que és lleugerament diferent en funció de la superfície verda que s'ha estimat necessària en cada carrer tipus per assolir l'objectiu desitjat (gestionar el V_{80} en tots els carrers tipus).

A la Taula 79 s'indiquen els trams de carrer seleccionats per a la modelització, la longitud del tram d'estudi per a cada carrer tipus, i els volums resultants de la modelització de la pluja per un any mig. També s'inclouen els resultats obtinguts de l'aplicació de SUDS en un espai verd tipus.

TIPUS	CARRER MODELITZAT	Longitud tram estudi	TIPUS DE GESTIÓ	V generat	Vinfiltrat	V a clavegueram	% reducció
1	C/ Riera Alta	60	sense viari	339,7	101,53	238,17	30%
			amb viari	326,6	284,6	42	87%
			criteri superilles	292,92	278,12	14,8	95%
2	C/ Mallorca	90	sense viari	778,36	361,13	417,23	46%
			amb viari	769,78	685,28	84,5	89%
			criteri superilles	705,85	705,85	0	100%
3	C/ Rocafort*	86	sense viari	750,31	317,51	432,8	42%
			amb viari*	750,31	694,31	56	93%
			criteri superilles	705,85	705,85	0	100%
4	C/ Lepant	84	sense viari	724,88	296,27	428,61	41%
			amb viari	710,54	588,14	122,4	83%
			criteri superilles	650,03	634,03	16	98%
5	Gran Via	86	sense viari	1747,6	587,82	1159,78	34%
			amb viari	1747,6	1521,6	226	87%
6	Jardins Bacardí**	7054**	100% superfície	1861,48	1628,08	233,4	87%

*en aquets cas s'ha modelitzat que el viari es gestiona amb paviments permeables

** superfícies en ha.

Taula 79. Volums gestionats per un any mig de pluja pels diferents trams de carrer tipus i tipus de gestió.

15.5.3. Extrapolació dels resultats obtinguts a escala ciutat.

A partir dels resultats obtinguts de volums gestionats per a cada carrer tipus que s'exposen a la taula anterior, es pot obtenir una estimació del volum d'aigua de pluja que es podria gestionar per un any mig si s'assolís l'objectiu de la Línia d'Acció 6 del Pla, corresponent a la implantació de SUDS en els carrers de la ciutat seleccionats segons els criteris de partida i que es representen a la

TIPUS DE GESTIÓ	V GESTIONAT (m³)
SENSE VIARI	2.622.006
AMB VIARI	5.766.117
SUPERILLES	5.876.299
PARCS	2.987.737

Taula 81. Volums totals gestionats amb la implantació de SUDS a la ciutat, per tipologia de gestió.

Figura 44 de l'apartat 15.5.2. Als plànols 10.1 es representa amb més detall els diferents carrers tipus seleccionats per al desenvolupament dels SUDS a la ciutat.

A la Taula 80 s'exposen els volums totals d'aigua de pluja gestionats en m³/any per cadascun dels carrers tipus modelitzats. Aquests varien en funció del tipus de gestió que es realitzi (gestió de voreres, voreres i viari, o concepte "superilles").

TIPUS	Longitud tram modelitzat	TIPUS DE GESTIÓ	V gestionat per tram	% reducció	Longitud total (m)	V TOTAL GESTIONAT
1	60	sense viari	101,53	30%	141.570	239.560
		amb viari	284,6	87%		671.514
		criteri superilles	278,12	95%		656.224
2	90	sense viari	361,13	46%	243.907	978.690
		amb viari	685,28	89%		1.857.162
		criteri superilles	705,85	100%		1.912.908
3	86	sense viari	317,51	42%	129.715	478.905
		amb viari*	694,31	93%		1.047.237
		criteri superilles	705,85	100%		1.064.643
4	84	sense viari	296,27	41%	95.770	337.783
		amb viari	588,14	83%		670.550
		criteri superilles	634,03	98%		722.870
5	86	sense viari	587,82	34%	85.890	587.068
		amb viari	1521,6	87%		1.519.654
6	7054	100% superfície	1628,08	87%	12.945	2.987.737

Taula 80. Volum d'aigua de pluja captat amb la implantació de SUDS a la ciutat, per tipus de gestió.

Separant els resultats obtinguts segons el tipus de gestió que es realitzi de l'aigua de pluja, obtenim els volums totals indicats a la taula següent.

15.5.4. Gestió de contaminants de les aigües d'escorrentiu urbà mitjançant SUDS

La quantificació dels beneficis obtinguts amb la implantació de SUDS a la ciutat, pel que fa a la reducció de contaminants, es realitza mitjançant una estimació de la quantitat de contaminants retinguts pels SUDS a partir del volum d'aigua gestionat, segons la tipologia de SUDS i el percentatge de reducció de contaminants assignat a cadascuna d'elles.

Donat que actualment no es disposa de dades reals de reducció de contaminants en els SUDS que actualment hi ha en funcionament a la ciutat de Barcelona, per aquest estudi s'han adoptat com a dades de partida els valors extrets de guies tècniques basades en experiències en altres països.

A la Taula 82 s'exposen els valors adoptats per a la quantificació de la gestió de contaminants que es pot aconseguir amb la implantació de SUDS proposada en aquest estudi. La caracterització de la càrrega contaminant de l'aigua de pluja de la ciutat de Barcelona s'ha extret de les dades exposades al capítol 7.2.3 del present document, i el percentatge de reducció de contaminants segons la tipologia dels SUDS s'ha obtingut a partir dels valors fixats en Guies Tècniques redactades en base a l'experiència en aquest camp desenvolupada en d'altres ciutats arreu del món.

% de reducció de contaminants*	Sòlids en Suspensió	Metalls pesants	Fosfor Total (P)	Nitrogen Total (N)
Paviments permeables	80	75	60	50
Franges de bioretenció	85	85	60	50
Parterres inundables	60	80	50	40

* Font: valors mitjos de Guies de SUDS UK, Canada, USA, Australia

Taula 82. Percentatge de reducció de contaminants segons la tipologia de SUDS utilitzada.

Aplicant els percentatges de la taula anterior als valors de contaminació obtinguts de la caracterització inicial de l'aigua d'escorrentiu urbà, s'obtenen els valors d'alguns dels contaminants retinguts per a cada tipologia de SUDS proposada en l'estudi, expressats en concentració (mg/l). Els valors obtinguts s'exposen a la Taula 83.

	Sòlids en suspensió (mg/l)	Metalls pesants (Zn) (mg/l)	P total (mg/l)	N total (mg/l)
Concentració inicial				
Vorera	9,7	0,040	0,383	2,64
calçada	292,5	0,495	0,800	7,60
Concentració retinguda				
Vorera				
* Paviments permeables	7,8	0,030	0,230	1,318
* Franges bioretenció	8,2	0,034	0,230	1,318
* Parterres inundables	5,8	0,032	0,192	1,054
Calçada				
* Paviments permeables	234,0	0,371	0,48	3,80
* Franges bioretenció	248,6	0,421	0,48	3,80
* Parterres inundables	175,5	0,396	0,40	3,04

Taula 83. Estimació de concentració de contaminants retinguts segons la tipologia de SUDS utilitzada.

Aplicant els resultats obtinguts al volum d'aigua de pluja retingut pels diferents tipus de gestió de l'espai públic estudiats, s'obtenen els valors de contaminants retinguts a nivell de ciutat. Els resultats s'exposen a la Taula 84.

TIPUS DE GESTIÓ	TIPOLOGIA DE SUDS	V GESTIONAT (m³/any)	Sòlids en suspensió (kg/any)	Metalls pesants (Zn) (kg/any)	P total (kg/any)	N total (kg/any)
SENSE VIARI	parterres inundables	2.622.006	15.502	85	510	2.808
AMB VIARI	franges de bioretenció	5.766.117	765.568	1.350	2.059	14.940
SUPERILLES	franges de bioretenció	5.876.299	781.793	1.379	1.318	10.756
PARCS	parterres inundables	2.987.737	17.389	96	572	3.150

Taula 84. Quantificació de contaminants retinguts segons la tipologia de SUDS utilitzada.

15.6.CRITERIS PER A LA PLANIFICACIÓ DE SUDS A LA CIUTAT DE BARCELONA

Tot i que l'estudi d'implantació de SUDS a la ciutat de Barcelona planteja la incorporació en la urbanització de tots els vials de la ciutat que compleixin les característiques exposades a l'estudi, cal tenir en compte altres factors, que incideixen en el funcionament dels SUDS. Aquests són:

- La configuració dels SUDS en cada cas s'haurà d'adaptar a la morfologia del carrer, és a dir, l'existència de guals, carrils BUS, etc. que poden fer variar la configuració proposada en aquest estudi i per tant l'eficiència total de captació dels SUDS. En qualsevol cas, aquest és un factor que caldrà analitzar en la fase de redacció els projectes d'urbanització corresponents.
- Els SUDS han de disposar sempre d'elements de sobreeixidor a la xarxa de clavegueram, per a que en cas de pluges superiors a la pluja de disseny dels SUDS (15 mm de precipitació),

l'aigua de pluja sigui conduïda a la xarxa de clavegueram, i es protegeixin les voreres i calçades de possibles acumulacions d'aigua de pluja.

- La implantació de SUDS a l'espai públic en cap cas implica la possibilitat de reducció de la capacitat de la xarxa de clavegueram, ja que els SUDS no són capaços de gestionar la pluja de disseny de la xarxa de clavegueram, corresponent a la pluja de 10 anys de període de retorn. Cal entendre els SUDS com un element complementari al sistema convencional de drenatge, capaç de gestionar en origen el volum d'aigua de pluja caigut a l'espai públic corresponent al 80% dels episodis de pluja, tant per la captació del volum d'escorrentiu generat com per la retenció de contaminants, i permetre la infiltració al terreny per a la recàrrega de l'aquífer. Però el sistema de clavegueram ha de ser capaç de gestionar el 100% de l'aigua de pluja, tant de l'espai públic com de les cobertes dels edificis, per a pluges de fins a 10 anys de període de retorn. En cas de colmatació dels SUDS, que no permeti la correcta infiltració de l'aigua de pluja, cal disposar dels embornals i sobreeixidors necessaris per a garantir el correcte funcionament del sistema de drenatge de l'espai públic.
- La capacitat d'infiltració de l'aigua de pluja en el terreny natural depèn directament de la seva permeabilitat. És a dir, els terrenys sorrenços tenen molta més capacitat d'infiltració que els terrenys argilosos. Per tant, per a cada cas concret d'implantació de SUDS, caldria realitzar un assaig de permeabilitat del terreny natural, per comprovar la capacitat d'infiltració de l'aigua de pluja en el terreny.
- En aquells vials i places on existeixin infraestructures subterrànies, com ara ferrocarrils, aparcaments, dipòsits, etc. no es recomana la implantació de SUDS que suposin una infiltració directa al terreny, ja que l'augment de la infiltració de l'aigua de pluja podria ocasionar problemes en dites infraestructures, a més que aquesta tipologia de SUDS no funcionarien correctament.
- En el mateix sentit, en aquelles zones on es tingui constància de l'existència de sòls contaminats, no es recomana la implantació e tipologies de SUDS que afavoreixin al infiltració al terreny, ja que es podria produir un arrossegament de contaminants del subsòl cap a l'aquífer.
- El disseny dels SUDS s'ha de realitzar de manera que, després d'un episodi de pluja, el dispositiu de retenció d'aigua quedi buit en menys de 72 hores. Això vol dir que la part visible que emmagatzema l'aigua del SUDS ha de quedar buida en 24 hores perquè no es formin tolls en els propis SUDS que puguin afavorir la proliferació de mosquits o bé puguin generar problemes d'olors per l'aigua estancada.
- Donat que Barcelona és una ciutat amb una elevada densitat de serveis, cal buscar tècniques compatibles amb zones que tinguin aquesta problemàtica, de manera que puguin conviure en l'espai públic els serveis existents amb el drenatge sostenible.
- Cal tenir en compte també la intensitat de l'ús de les zones a urbanitzar abans de planificar la implantació de SUDS, ja que en alguns casos on aquesta intensitat sigui molt elevada (per l'afluència de persones, freqüència d'actes públics, etc.) la durabilitat i el funcionament dels SUDS podrien veure's afectats.

16. PROTECCIÓ DELS AQÜÍFERS DE BARCELONA

16.1. PRESSIONS QUE AFECTEN LA QUALITAT I LA QUANTITAT DEL RECURS

Els aquífers situats en el subsòl del Pla de Barcelona, en trobar-se en gran part en medi urbà, estan sotmesos a una sèrie de riscos derivats de la pròpia activitat urbana i industrial. El fet de que Barcelona disposi de una zona litoral força extensa afegeix riscos derivats de la interacció de les aigües subterrànies amb les aigües marines, i la conseqüent contaminació que es pot produir.

A continuació s'exposen les principals pressions a les que està sotmesa l'aigua subterrània i l'impacte que aquestes poden suposar tant al propi recurs hídric com a les infraestructures existents.

16.1.1. Esgotaments propers a la zona litoral

El subsòl de la ciutat de Barcelona presenta una geologia molt variable i, per tant, presenta un comportament hidrogeològic molt diferent. La zona del litoral de Barcelona es compon de materials molt permeables (sorres i graves principalment) i amb molta capacitat d'emmagatzematge d'aigua. Aquests condicionants hidrogeològics afavoreixen que les activitats que es desenvolupen en el subsòl tinguin un impacte directe en els aquífers.

El fort desenvolupament industrial que va suportar la ciutat, sobretot a Poble Nou i Sant Andreu durant el segle passat, va provocar la baixada del nivell de l'aigua freàtica. Així es va iniciar en la zona propera al litoral un procés **d'intrusió marina** que no es va poder revertir fins que les indústries transformadores de Poblenou no es van traslladar i les explotacions que Aigües de Barcelona tenia al curs baix del Besòs no es van aturar. Al seu temps, aquest procés de recuperació del nivell freàtic a la zona al·luvial del Besòs ha comportat problemes de filtracions en totes aquelles estructures on no es va tenir en compte i ha obligat a l'existència de bombaments permanents, com és el cas del metro.

Actualment, el gran nombre d'esgotaments de freàtic per obres que s'estan realitzant, principalment a l'àmbit de Poblenou, com a conseqüència del creixement exponencial de la població i del desenvolupament post-industrial de la ciutat, ha provocat en gran part una sèrie d'oscil·lacions piezomètriques a l'aquífer superficial del delta del Besòs. A nivell regional aquestes extraccions no semblen provocar afectacions significatives però en termes de salinitat les zones de la Barceloneta i el Poblenou presenten intrusions marines. Considerant que l'aigua de mar té una conductivitat elèctrica d'uns 50.000 $\mu\text{S/cm}$, si actualment les aigües subterrànies del Districte de Poblenou presenten valors de conductivitat elèctrica entre els 1.417 $\mu\text{S/cm}$ i els 55.357 $\mu\text{S/cm}$, es posa de manifest la presència d'una falca d'aigua salina, tal i com es reflecteix a la Figura 49 inclosa a l'estudi "Aplicació del model hidrogeològic del Pla de Barcelona i Delta del Besòs" (inclòs a l'Annex 2).

Aquesta elevada salinitat és un problema mediambiental i limita tant la quantitat a extreure com els usos que es poden donar a les aigües subterrànies del districte de Poblenou. A més a més, la salinitat màxima permessa pels abocaments d'aigua a la xarxa de clavegueram és d'uns 3.000–3.500 $\mu\text{S/cm}$, el que limita la gestió de les aigües salines en cas que s'extreguin.

Cal remarcar altres problemes derivats dels esgotaments de freàtic per obres com poden ser els assentaments diferencials o esquerdes en edificacions properes, o col·lectors obturats per manca d'instal·lació dels decantadors adequats, entre d'altres.

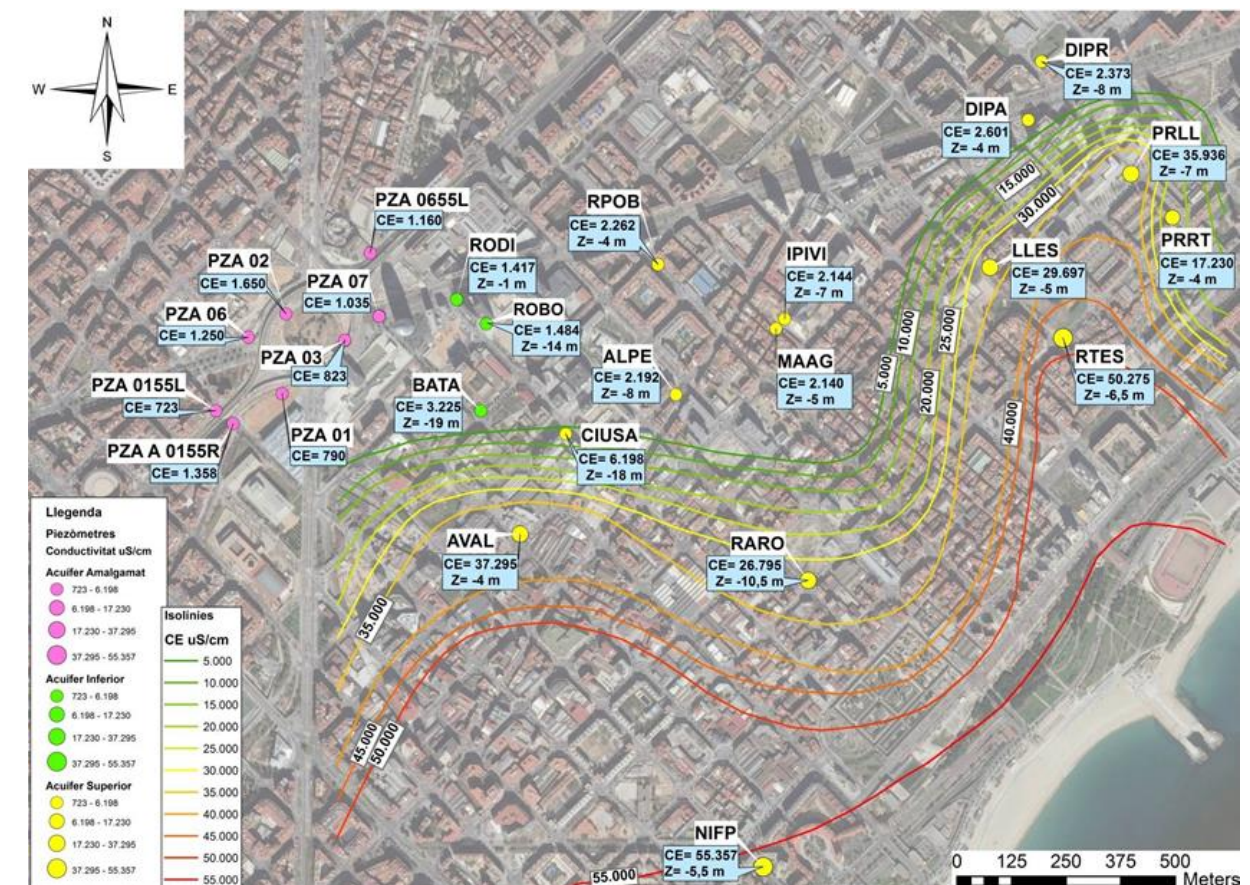


Figura 49. Mapa amb els valors màxims de conductivitat elèctrica mesurats a cada pou els dies 17 i 18 de gener de 2017, i línies d'isoconductivitat derivades.

16.1.2. Contaminants emergents

Apart de la necessitat d'extracció d'aigües freàtiques per a l'execució d'obres i per resoldre problemes en infraestructures subterrànies urbanes (aparcaments, túnels, baixos...), cal tenir present la seva utilitat per cobrir la demanda urbana d'aigua i per tant es fa estrictament necessari conèixer la qualitat química i biològica de les aigües subterrànies, així com els mecanismes de recàrrega.

En els aquífers urbans es poden trobar una gran quantitat i varietat de **contaminants** depenent de l'origen de la seva recàrrega, que pot ser molt diversa: pèrdues de les xarxes d'abastament i de clavegueram, recàrrega des de masses d'aigües superficials sovint contaminades, recàrrega

d'aigua d'escolament urbà, intrusió d'aigua de mar, etc. Fins fa relativament poc els estudis i la legislació mediambientals centraven la seva atenció en substàncies considerades prioritàries (compostos com el DDT, els plaguicides o un gran nombre de compostos clorats) que estan legislats des de fa temps a causa de la seva toxicitat, de les seves implicacions ambientals i del seu volum de producció. Aquestes substàncies constitueixen una mínima part dels milers de contaminants de diversa naturalesa que, com a conseqüència de l'activitat humana, entren constantment al medi ambient. Dins d'aquesta gran quantitat de contaminants destaquen els **contaminants emergents** (pesticides, productes farmacèutics, drogues d'abús, detergents tensioactius, productes industrials, productes de cura personal, estrògens, etc.) perquè són poc coneguts i es troben escassament legislats. La denominació de contaminants emergents no ha de fer pensar exclusivament en substàncies "noves". És cert que realment alguns són nous però molts d'aquests compostos són extensament utilitzats des de fa temps i la seva toxicitat i/o la seva presència en el medi hídric poden ser ben conegudes i haver estat llargament investigades. N'hi ha d'altres que, gràcies a l'avenç de la tecnologia, ara és possible mesurar-los i avaluar-ne els efectes. En definitiva, els contaminants emergents són contaminants no regulats susceptibles de ser regulats en un futur, en funció de la investigació dels seus efectes potencials sobre la salut i de les dades disponibles que puguin demostrar la seva presència.

Els contaminants emergents són motiu d'especial preocupació per diverses raons:

- s'han detectat tant en aigües residuals urbanes (tractades o no) com en el medi hídric afectat per aquestes aigües residuals (tant superficial com subterrani).
- Alguns, tot i detectar-se en baixes concentracions, poden ser tòxics i persistents, arribant a produir efectes potencialment nocius en els ecosistemes i la salut humana.
- Els productes de degradació d'alguns d'aquests compostos són encara més tòxics que els productes dels que procedeixen.

Una de les principals fonts de contaminants emergents són les aigües residuals urbanes no tractades i els efluents de les estacions depuradores d'aigües residuals (EDAR). Si es té en compte que:

- Moltes d'aquestes EDAR no han estat dissenyades per tractar aquest tipus de compostos.
- Part de l'aigua del riu Besòs procedeix dels efluents d'EDARs i que el riu Besòs és una de les fonts de recàrrega dels aquífers del Pla de Barcelona i del Delta del Besòs.
- El 30 % de les recàrregues dels aquífers de l'àrea urbana de Barcelona prové de les pèrdues de la xarxa de clavegueram.

No és d'estranyar que una proporció d'aquests contaminants i dels seus metabòlits passi a les aigües del subsòl.

Les diferents fonts de recàrrega i els percentatges de les seves contribucions als aquífers del Pla de Barcelona i del delta del Besòs, així com la distribució dels contaminants emergents en les aigües subterrànies de l'entorn de Barcelona, es recullen a l'estudi "*Aplicació del model hidrogeològic del Pla de Barcelona i Delta del Besòs*" (Annex 2).

Els valors de les concentracions de contaminants detectats en els aquífers (nitrats, carboni, sulfats, plaguicides, organoclorats i HAPs) són similars als presents a les aigües residuals, conseqüència de la recàrrega per pèrdues de la xarxa de sanejament.

La zona de l'aqüífer més propera al riu Besòs ha resultat ser la més contaminada, superant sovint les concentracions del propi riu. És on s'han detectat les majors concentracions de tensioactius, fàrmacs, filtres UV i drogues d'abús.

Apart de l'impacte que suposen les fonts difoses de contaminació com l'arrossegament de contaminants des de les fonts de recàrrega dels aquífers, cal tenir en compte també la contaminació provinent de **focus puntuals**, com residus enterrats, abocaments puntuals d'indústries o particulars, fuites de dipòsits de combustibles, entre d'altres. En aquest cas, la contaminació es pot produir tant per la migració de contaminants de la zona no saturada d'aigua (**sòl contaminat**) cap a la zona saturada (aquífer) com per la introducció del contaminant directament a l'aqüífer. Un cop la contaminació ha arribat a les aigües subterrànies, aquesta es pot desplaçar i provocar els seus efectes a punts allunyats d'on s'ha originat el problema. A Barcelona, l'augment del nivell freàtic dels darrers anys ha provocat incidències relacionades amb la mobilització de contaminants que estaven retinguts al sòl i que s'han manifestat en saturar-se d'aigua les capes contaminades.

A diferència de la dificultat de corregir o prevenir les fonts de contaminació difosa, en el cas dels focus puntuals cal aplicar el principi de responsabilitat ambiental de "qui contamina, paga". Aquest principi implica que aquell operador que hagi causat danys mediambientals ha de prendre les mesures correctives i preventives necessàries i sufragar tots els costos relacionats amb la reparació del dany, sense perjudici d'altres sancions o procediments administratius que s'apliquin a cada cas.

16.2. ESTRATÈGIES ENCAMINADES A LA PROTECCIÓ DE LES AIGÜES SUBTERRÀNIES

Les aigües subterrànies, apart del seu valor ecològic, tenen una gran importància com a recurs, fet que ha provocat el desenvolupament de plans d'aprofitament en àmbits urbans. Aquests plans no només s'han de centrar en satisfer la demanda sinó també en equilibrar aquesta amb la necessitat pròpia del medi i la seva conservació.

Com s'ha indicat anteriorment, els estudis realitzats sobre els aquífers del Pla de Barcelona i delta del Besòs determinen que hi ha un predomini de les aigües residuals com a font de recàrrega. Si bé les concentracions dels diversos contaminants presents en aquestes aigües són relativament baixes degut al procés d'atenuació natural, la seva distribució condicionarà el tipus d'ús de les aigües subterrànies a les zones urbanes. Aquest fet junt amb la intrusió salina a la zona de Poblenou obliga a desenvolupar estratègies per tal de protegir l'aqüífer, tant de manera preventiva com correctiva.

Actualment, es realitzen diverses actuacions per tal de monitoritzar, prevenir i minimitzar els impactes que es produeixen sobre l'aqüífer i que inclouen:

- Manteniment del clavegueram i control de claveguerons
- Control dels esgotaments de freàtic per obres
- Registre de sòls i aqüífers contaminats
- Xarxa de control piezomètrica municipal i la seva ampliació
- Analítiques de control

A més, les barreres contra la intrusió salina i la utilització de tècniques de recàrrega d'aqüífers, podrien formar part de les mesures encaminades a la protecció de l'aqüífer, no obstant la seva viabilitat, principalment des del punt de vista qualitatiu, cal que sigui validada mitjançant analítiques que compleixin amb la normativa vigent per a cadascun dels usos establerts.

16.2.1. Manteniment de clavegueram i control de claveguerons

Donat que una part important de la recàrrega de l'aqüífer és produïda des de la xarxa de clavegueram, produint contaminació encara que atenuada amb contaminants regulats (nitrats, amoni, etc.) i emergents (fàrmacs, cosmètics i drogues d'abús, etc.), és evident que calen actuacions directes sobre l'estanqueïtat del mateix. Aquestes es poden dividir entre les que es porten a terme en la xarxa municipal de clavegueram i les que es poden aplicar a les xarxes privades de sanejament.

Pel que fa a la xarxa de clavegueram municipal, Barcelona disposa d'uns 1.800 km de xarxa de clavegueram amb antiguitats diverses, amb alguns trams de més de cent anys, coincidint normalment amb els barris més antics de la ciutat (Ciutat Vella, Eixample, Sants Montjuïc i Gràcia). Per tal de mantenir en bon estat la xarxa, es porten a terme inspeccions en les que es determina els trams a rehabilitar i es prioritzen les actuacions en funció de la gravetat del defecte. Els criteris per prioritzar les actuacions fins fa poc es basaven en mantenir la funcionalitat i la seguretat estructural de la xarxa però l'evolució de la legislació i la conscienciació ambiental fan que la protecció del medi ambient siguin incorporades a les anàlisis de l'estat de la xarxa. El darrer Pla director de clavegueram de la ciutat, el PICBA'06, va adreçar les seves planificacions a donar compliment a la DMA i més concretament a la Directiva d'aigües de bany que instava a reduir els sobreiximents cap al medi en temps de pluja per tal de protegir les zones de bany, en el cas de Barcelona, les platges. El proper Pla director de clavegueram, incorpora mesures per tal de reduir les fuites del clavegueram municipal que s'infiltra fins l'aqüífer.

Pel que fa a les xarxes internes de clavegueram, s'anomena clavegueró al conducte de titularitat privada destinat a la conducció de les aigües pluvials i residuals procedents de les finques, fins a la claveguera pública. En el cas de Barcelona, es considera que el manteniment del clavegueró de cada edifici és responsabilitat del propietari de l'edifici, sigui d'habitatges o de activitats comercials o industrials. En aquest sentit, igual que la xarxa de clavegueram municipal, poden trobar-se claveguerons molt antics que mantenen la seva funcionalitat però que poden tenir fuites importants. Donada la gestió privada d'aquests, l'impuls per a reduir les fuites en aquest àmbit s'està realitzant de les següents maneres:

- Control del clavegueró d'edificis nous: Incorporant la inspecció del clavegueró en la llicència de primera ocupació dels edificis per evitar que els constructors aprofitin claveguerons antics que no compleixen els criteris tècnics.

- Control del clavegueró d'activitats sotmeses llicències ambientals: Incorporant un informe de l'estat del clavegueró, afegint-lo al procediment de llicències d'activitats segons Llei 20/2009 de prevenció i control ambiental de les activitats: En aquest cas, les conclusions de l'informe condicionen l'autorització d'abocament d'aigües residuals.
- Control del clavegueró d'edificis: la Inspecció Tècnica d'Edificis (ITE) inclou la inspecció del clavegueró dels edificis. La finalitat de la ITE és instituir un sistema de control periòdic de l'estat dels edificis d'habitatges per tal de verificar el deure que tenen els propietaris de conservar i rehabilitar els seus immobles. Es tracta d'una inspecció visual de l'estructura, fatxada i coberta, i de les xarxes comunes de sanejament i abastament. S'espera que aquesta inspecció impulsi els propietaris a no abandonar el manteniment dels edificis incloent els seus claveguerons.

16.2.2. Control dels esgotaments de freàtic per obres

Des de l'Ajuntament de Barcelona, de forma complementaria amb d'altres administracions, es vetlla per a que la qualitat dels aqüífers no sigui alterada per les obres que es puguin fer a la ciutat i per a que la quantitat de les aigües extretes estigui controlada. Aquest seguiment es porta a terme mitjançant l'aplicació del Protocol d'esgotament d'aigües freàtiques per obres (inclòs a l'Annex 13 del present document) i de l'autorització d'aquest procediment.

Tal i com estableix el Codi Tècnic d'Edificació (CTE), qualsevol esquema d'esgotament de l'aigua del terreny s'ha de fonamentar en els resultats d'un estudi previ geotècnic i hidrogeològic, que contempli les característiques hidràuliques del terreny i el disseny d'esgotament a partir de l'execució d'una prova pilot amb pous de bombament i algun piezòmetre i/o la realització d'un model hidrogeològic local com a eina per a dimensionar l'esgotament. En funció del cabal estimat i les característiques de les aigües a extreure, es requereix la instal·lació de decantadors que evitin l'arribada de llims i sorres a les clavegueres, així com l'execució d'un o més piezòmetres de control ubicats a espai públic de fàcil accés. Una vegada acabat l'esgotament, l'Ajuntament incorpora aquests piezòmetres a la xarxa municipal de vigilància de les aigües subterrànies, fent un control periòdic de nivell freàtic i qualitat de l'aigua.

D'aquesta manera es controla la quantitat i la qualitat de l'aigua extreta a les obres, que va a parar majoritàriament a la xarxa de clavegueram i per tant a les Estacions Depuradores d'Aigües Residuals (EDAR), així com el nivell freàtic i la salinitat de l'aqüífer a l'entorn d'aquestes.

En aquelles obres on la salinitat de l'aigua freàtica a extreure és molt elevada i podria ocasionar danys a la planta biològica de l'EDAR receptora, es valora la possibilitat d'abocar les aigües directament a mar mitjançant la seva canalització a través d'un tub instal·lat a l'interior del clavegueram o bé la seva infiltració en el terreny. Aquestes solucions depenen de la distància de l'obra a mar i la viabilitat de la canalització o de l'espai disponible on poder realitzar la infiltració al terreny.

16.2.3. Registre de sòls i aqüífers contaminats

D'una banda, els sòls contaminats estan regulats en la Llei 22/2011, de 28 de juliol, de residus i sòls contaminats i en el Reial Decret 9/2005, de 14 de gener, pel qual s'estableix la relació

d'activitats potencialment del sòl i els criteris i estàndards per a la declaració de sòls contaminats. Els aspectes essencials recollits en les dues normes són:

- La definició d'un conjunt d'activitats econòmiques que tenen la consideració de potencialment contaminants del sòl.
- L'establiment d'un règim d'informació en matèria de sòls contaminats entre els titulars de les activitats potencialment contaminants i les administracions regionals competents.
- Els criteris pels quals un sòl pot ser declarat com a contaminat tenint en compte el risc que el mateix pot suposar per a la salut de les persones o el medi ambient.
- L'obligació, amb caràcter general, per als causants de la contaminació o propietaris dels sòls afectats d'escometre tasques de descontaminació. Igualment estableix un règim voluntari de descontaminació a què poden acollir-se els que així ho desitgin sense que hi hagi una declaració formal de sòl contaminat, havent de quedar registrada la descontaminació voluntària a la comunitat autònoma corresponent.

Les comunitats autònomes, d'acord amb aquesta norma, tenen l'obligació d'elaborar un inventari dels sòls contaminats existents en el seu àmbit territorial així com una relació prioritzada d'aquests. A Catalunya, l'entitat encarregada de gestionar l'inventari de sòls és l'Agència de Residus de Catalunya (ARC) que informa a l'Ajuntament de Barcelona dels sòls contaminats existents al terme municipal.

D'altra banda, tal i com s'exposa a l'apartat 1.1 del present Pla, la gestió d'aqüífers està regulada per la Directiva Marc de l'Aigua (DMA) de l'any 2000 i la seva derivada de l'any 2006, la Directiva d'Aigües Subterrànies (DAS) sobre la protecció de les aigües subterrànies contra la contaminació. El seu principi bàsic és l'assoliment del bon estat de les masses d'aigües, incloses les subterrànies. Amb aquest objectiu, les entitats competents han de implementar les eines per a protegir les masses d'aigua, prevenir el seu deteriorament addicional, protegir i millorar l'estat dels ecosistemes aquàtics i promoure un ús sostenible de l'aigua. De manera complementària, l'article 5 de l'esmentat Reial Decret 9/2005, estableix la relació entre sòls i aigües subterrànies contaminades determinant que, en cas de indicatiu o evidència de contaminació dels aqüífers, s'ha de notificar a l'autoritat hidràulica competent.

Les competències a Catalunya per a l'aplicació d'aquestes directives recauen sobre l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA). L'ACA determina els criteris tècnics per afrontar la contaminació per focus puntuals i les fases a seguir en les descontaminacions d'emplaçaments. Un cop es té coneixement d'un cas d'afecció de les aigües subterrànies i es disposa de les dades de caracterització de l'episodi, l'ACA posa en coneixement de l'ens administratiu local afectat la informació disponible al respecte.

La informació sobre sòls o aqüífers contaminats comunicada a l'Ajuntament és recopilada per BCASA que integra en el seu sistema d'informació geogràfica tant la ubicació de la contaminació com el tipus de contaminant. Aquesta informació és útil en diversos procediments de l'Ajuntament com per exemple la redacció del present Pla, la redacció del Pla de gestió del clavegueram o l'atorgament de llicències d'obres que podrien implicar l'esgotament del freàtic o el moviment de terres, entre d'altres. A més, aquest tipus de informació és bidireccional ja que a partir de la

informació que es pot extreure dels estudis geotècnics i hidrogeològics o d'altres fonts a les que l'Ajuntament té accés, es notifiquen si escau indicis de contaminació als sòls o les aigües subterrànies a l'ARC i/o a l'ACA.

16.2.4. Xarxa de control piezomètrica municipal i la seva ampliació

El control de l'aqüífer és un aspecte essencial en l'explotació sostenible i segura d'aquest. L'actual xarxa piezomètrica consta de 15 piezòmetres telesupervisats en temps real, i 18 punts de control de nivell telesupervisats situats en els pous de captació. Addicionalment, es disposa de 44 piezòmetres i 14 pous de control de nivell de mesura manual, i 1 punt de control també manual en una mina. Així mateix, es prenen mostres de qualitat en molts punts d'aquesta xarxa (pous, mines, dipòsits, hidrants, estacions de metro, etc.). Al plànol 12.1 es mostra la situació de la xarxa de control piezomètric a la ciutat, que inclou piezòmetres i pous, i al plànol 3.2 es representen els nivells piezomètrics mitjans a l'actualitat (lògicament existeixen ajustos locals derivats de les condicions geològiques, bàsicament les antigues lleres).

Pel que respecta al control de la qualitat de l'aqüífer, actualment es disposa de 46 punts de mostreig, corresponents a pous de captació, tant municipals com privats, en els quals es prenen mostres d'aigua i s'analitzen periòdicament, tal com s'exposa a l'Annex 3. La ubicació d'aquests punts de mostreig s'indica al plànol 12.3.

Amb l'objectiu de millorar la xarxa de punts de control de l'aqüífer, el present Pla proposa la instal·lació d'un total de 32 nous piezòmetres repartits en diferents punts de la ciutat. La ubicació dels piezòmetres proposats s'ha realitzat segons els criteris següents:

- 13 nous piezòmetres situats a prop d'una estació remota existent. S'ha intentat que el màxim nombre de nous piezòmetres s'instal·lin a prop d'estacions remotes existents ja telecontrolades per tal de disposar de dades en continu amb els menors costos possibles.
- 7 nous piezòmetres situats en zones de les quals no es disposa de gaire informació.
- 12 nous piezòmetres a la zona del Poble Nou que s'utilitzarien també com a punts de mostreig, i servirien per a controlar la intrusió marina en la franja litoral de l'aqüífer, per tant estarien formades per un sensor de conductivitat, el qual està lligat a un sensor de temperatura per a fer les correccions, i un sensor de nivell. La ubicació d'aquests es representa a la Figura 50.

Al plànol 12.2 es representa la proposta d'ubicació dels piezòmetres proposats, i al plànol 12.4 s'indiquen els punts de mostreig proposats, que corresponen als nous piezòmetres proposats.

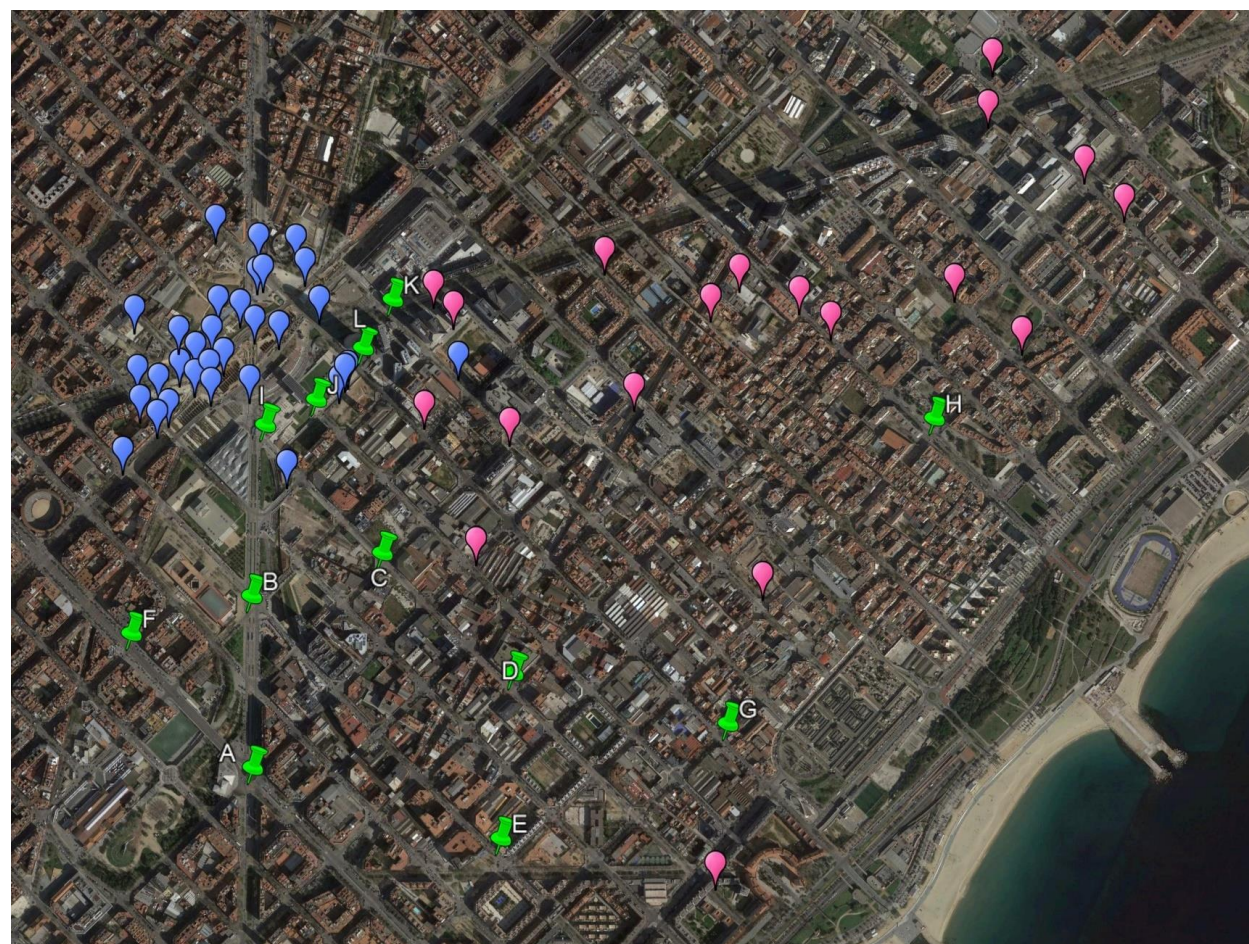


Figura 50. Proposta d'ampliació de la xarxa de piezòmetres d'observació al districte de Poblenou (punts en verd). En blau piezòmetres d'observació de les obres de la Plaça de les Glòries, i en rosa piezòmetres de BCASA

16.2.5. Analítiques de control

Pel que fa a la intrusió salina, tot i que des de BCASA es realitza un control de la qualitat de l'aigua associada als aprofitaments i un seguiment mensual dels nivells piezomètrics, seria interessant afegir un control periòdic de les conductivitats mitjançant la realització de perfils de conductivitat en piezòmetres seleccionats. La realització de perfils de conductivitat ens permeten estudiar la salinitat de l'aqüífer i delimitar la falca salina. Actualment, aquest control s'està fent com a part dels controls dels esgotaments de freàtic per obres en què es requereix al constructor la realització d'un perfil de conductivitats a l'inici i al final de l'esgotament.

Pel que fa a d'altres tipus de contaminants, la realització d'analítiques per tal de conèixer la contaminació existent pot ser molt costosa i complexa degut a la quantitat de contaminants emergents detectats. Podria ser interessant però identificar aquells paràmetres contaminants existents a les aigües residuals i analitzar-los a les aigües subterrànies. D'aquesta manera, es podrien delimitar les zones afectades per pèrdues en la xarxa de sanejament com a complement de les actuacions realitzades per al manteniment de clavegueram i control de claveguerons.

16.2.6. Barreres contra la intrusió marina

L'existència de bombaments permanents a prop de la línia de mar com a mesura preventiva o correctora s'ha demostrat com una possible estratègia per tal de retenir la intrusió marina i evitar-

ne la propagació terra endins. Aquests bombaments poden ser tant d'extracció com d'injecció d'aigua, sempre que aquesta sigui de qualitat admissible (regenerada, potable...). Actualment l'ACA utilitza aquesta estratègia amb bombaments d'injecció a l'entorn del delta del Llobregat i Zona Franca per establir una barrera hidràulica contra la intrusió marina.

Per tant, s'hauria de valorar energètica i hidrogeològicament l'establiment de nous bombaments prop del mar, fins a uns 100 – 200 m de la línia de costa, i en el cas de que extreguin aigua, el seu abocament a clavegueram o a medi extern, especialment a l'àrea d'influència d'aquelles zones més afectades per les intrusions salines (Poble Nou).

A més, per aplicar aquesta solució s'ha de tenir en compte que està prohibit abocar aigües amb alta conductivitat a la xarxa de clavegueram. L'aigua salina s'hauria de retornar al medi d'origen, ja sigui a través de noves canalitzacions individuals de cada bombament fins al mar per dins del clavegueram o, en un futur, unificant aquestes canalitzacions connectant-les a un gran tub que aboqui a mar, sempre i quan sigui viable. Això podria implicar un augment del cost a les obres que han d'esgotar freàtic i a les instal·lacions amb bombaments permanents, com poden ser instal·lacions de la xarxa de metro.

16.2.7. Tècniques de recàrrega d'aqüífers

La infiltració d'aigua mitjançant SUDS o la injecció d'aigua regenerada al terreny són accions de recàrrega d'aqüífers i, per tant, cal tenir present l'impacte que poden suposar en el medi receptor, incloent la qualitat del terreny i de l'aigua on s'utilitzen aquestes tècniques.

Actualment no existeix una legislació a nivell europeu específica per a regular les tècniques de recàrrega. Sí existeixen però recomanacions sobre com realitzar la recàrrega, pel que des dels òrgans europeus s'impulsa que els projectes relatius a recàrrega d'aqüífers contemplin:

- Qualitat de l'aigua a infiltrar
- Qualitat de l'aigua existent al subsòl (a l'aqüífer i a la zona no saturada)
- Ús de l'aigua injectada
- Impacte ambiental que produirà la recàrrega a l'ecosistema

Les recomanacions europees es recullen en les esmentades Directiva Marc de l'Aigua (DMA) i en la Directiva d'aigües subterrànies (DAS). A l'article 11 (3f) de la DMA requereix que els projectes relacionats amb recàrrega artificial o augment de masses subterrànies contemplin controls periòdics i disposin d'autorització prèvia a la seva execució, de manera que es comprovi que l'aigua infiltrada o injectada tingui una qualitat que no comprometi la de l'aigua subterrània. Igualment, l'objecte de la DAS és el de protegir l'aigua subterrània de la contaminació i del deteriorament, pel que el coneixement de la qualitat de l'aigua de recàrrega és necessari.

En el cas d'Espanya existeix legislació referent a la recàrrega d'aqüífers tot i que es troba molt dispersa (Llei d'Aigües, Pla Hidrològic Nacional, avaluacions ambientals, Normes de Qualitat Ambiental, etc.).

El Real Decret d'Aigües Regenerades (1620/2007) defineix condicions més concretes per a la reutilització de l'aigua. En el cas d'usos ambientals, com és el cas de la recàrrega de l'aqüífer, el decret marca valors llindar admissibles per a certs paràmetres químics, tant per a la recàrrega directa com per les accions de recàrrega indirecta. En el cas de recàrrega per infiltració els paràmetres a controlar es troben a l'Annex I.A del RD 1620/2007 i són: Escherichia Coli, Sòlids en suspensió, Nitrogen total i Nitrats, mentre que per la injecció directa s'ha d'afegir a més el control de Nematodes Intestinals.

Per últim, per aconseguir amb el RD 1620/2007 cal realitzar analítiques dels paràmetres indicats per a conèixer la qualitat de l'aigua que anirà a parar a l'aqüífer. Les freqüències mínimes de mostreig i anàlisi de cada paràmetre venen determinades per l'Annex I.B de l'esmentat decret. No obstant, en el cas de les SUDS, l'aplicació d'aquestes freqüències s'hauria d'ajustar ja que la infiltració només es produeix quan hi ha pluja.

16.2.7.1. Aigua regenerada

Tal i com s'explica al punt 8.1.2., les aigües residuals poden ser tractades per tal de ser reutilitzades. Aquests tractaments es realitzen a les diferents estacions de regeneració d'aigua (ERA) existents al territori metropolità i varien en funció del ús final de l'aigua regenerada.

Per poder utilitzar l'aigua regenerada per a la recàrrega d'aqüífers, aquesta ha de ser de màxima qualitat i per això, després d'un procés de regeneració bàsica, se li aplica un segon procés de regeneració avançada on rep tractaments d'ultrafiltració i d'osmosi inversa. Un cop regenerada aquesta aigua es retorna a l'aqüífer mitjançant pous d'injecció profunda.

L'ERA del Prat va entrar en funcionament l'any 2007 i subministra aigua a la comunitat dels regants riu amunt, i a la barrera hidràulica contra la intrusió salina. La injecció d'aigua a l'aqüífer ha disminuït les concentracions de clorurs, sodi, potassi, calci, magnesi, sulfats i amoni, mantenint-se estables els bicarbonats, mentre que els nitrats han augmentat molt lleugerament. S'estima que la millora de la qualitat de l'aigua ha arribat a una distància de 1 a 2 Km des dels pous d'injecció.

Donats aquests resultats positius, caldria plantejar la possibilitat d'instal·lar una ERA també a la EDAR del Besòs i utilitzar l'aigua d'igual manera, tant per a la recàrrega de l'aqüífer com per a fer barrera contra la intrusió marina que s'ha detectat a la zona del Poblenou.

16.2.7.2. SUDS (Sistemes de Drenatge Urbà Sostenible)

Els SUDS faciliten i augmenten el volum d'aigua de pluja que s'infiltra al terreny, i per tant recarreguen l'aqüífer, un objectiu mediambiental molt desitjable. En aquest sentit, és just reconèixer que el subsòl és el dipòsit natural per excel·lència, i que realment és el millor dipòsit possible per emmagatzematge d'aigua, perquè a més fa altres funcions:

- Produeix un efecte de regulació, ja que la lentitud del procés d'infiltració i transport subterrani fa que els aqüífers siguin menys sensibles a les variacions a curt termini lligats a l'estacionalitat de les pluges.
- Produeix un efecte de depuració natural de les aigües.

- És un sistema d'emmagatzematge que no té els inconvenients de l'emmagatzematge en superfície: no es produeix degradació de l'aigua pels agents biològics,
- Finalment, l'aigua emmagatzemada a l'aqüífer no requereix la construcció de costosos dipòsits que a més caldrà mantenir, i la seva extracció posterior és relativament econòmica.

Tanmateix, no tots els SUDS són vàlids per a fer una infiltració directa en el terreny i cada zona requereix un tipus de SUDS en funció de les seves característiques. En aquest sentit, s'ha de treballar des del disseny dels mateixos tenint en compte les condicions de l'entorn, la qualitat de l'aigua d'entrada i la qualitat objectiu de l'aigua de sortida (aquesta última és, a priori, la mateixa per a tots els SUDS que recarreguin l'aqüífer).

L'annex 5 del present Pla, dedicat a l'estudi de l'aprofitament de les aigües pluvials mitjançant SUDS a la ciutat de Barcelona, selecciona els SUDS a implantar tenint en compte que l'objectiu és la infiltració de l'aigua a l'aqüífer. Per tant, els SUDS escollits han de tenir necessàriament certa capacitat de retenció i/o tractament de la contaminació per tal de protegir l'aqüífer. Per aquest motiu s'ha de considerar des de la fase de disseny un sistema que permeti monitorar el SUDS i així poder determinar la qualitat de l'aigua a infiltrar. A més, l'esforç invertit a la fase de disseny i construcció no té sentit sense un Pla de manteniment que garanteixi la funcionalitat i sobretot la capacitat de tractament de l'aigua a llarg termini.

17. ANÀLISI DE COSTOS GLOBALS D'INVERSIÓ, EXPLOTACIÓ I AMORTITZACIÓ DELS SISTEMES D'APROFITAMENT DE RHA

L'objecte d'aquest anàlisi és identificar i valorar els costos reals dels recursos hídrics alternatius que poden ser aprofitats a la ciutat, en substitució de l'aigua potable.

Aquest anàlisi s'aplica a cadascuna de les línies d'acció proposades al Pla, tenint en compte que les dades de partida de cada línia d'acció són diferents.

17.1. LÍNIA D'ACCIÓ 1. SISTEMES D'APROFITAMENT D'AIGUA FREÀTICA

17.1.1. Consideracions generals

En aquest capítol es realitza un anàlisi econòmic complet de les despeses associades al desenvolupament i l'explotació dels sistemes d'aprofitament d'aigua freàtica existents i planificats a la ciutat. Aquest anàlisi es realitza des d'un punt de vista econòmic i de sostenibilitat. En aquest sentit, s'inclou la valoració econòmica de les següents fases:

- Anàlisi econòmic de les actuacions planificades a la xarxa d'aigua freàtica.
- Anàlisi econòmic de les despeses d'amortització i explotació de la xarxa d'aigua freàtica existent.

17.1.2. Valoració econòmica de les actuacions planificades a la xarxa d'aigua freàtica

S'inclou en aquest apartat la valoració econòmica de les actuacions planificades a la xarxa d'aprofitament d'aigua freàtica, que inclouen les següents actuacions:

- Actuacions de millora del funcionament de la xarxa d'aigua freàtica existent.
- Actuacions de millora de l'operativitat de la xarxa d'aigua freàtica existent.
- Actuacions d'ampliació dels sistemes d'aprofitament d'aigua freàtica existents.
- Actuacions d'implantació de nous sistemes d'aprofitament d'aigua freàtica.

El pressupost de les inversions planificades per a l'ampliació i millora dels sistemes existents desglossat per sistemes detalla a la Taula 85. A la Taula 86 es llisten les inversions planificades per al desenvolupament de nous sistemes d'aprofitament d'aigua freàtica.

A l'Annex 9, *Anàlisi econòmic de la inversió, explotació i amortització de les infraestructures d'aprofitament de RHA*, s'inclouen les fitxes resum del pressupost de les actuacions planificades per a cadascun dels sistemes d'aprofitament.

El pressupost total de les actuacions planificades per a la millora i l'ampliació dels sistemes existents ascendeix a **33.345.399 €** (IVA inclòs).

El pressupost total de les actuacions planificades per al desenvolupament dels nous sistemes ascendeix a **54.176.973 €** (IVA inclòs).

SISTEMA	PEC (IVA INCLÒS)
MONTJUÏC	7.592.214
ANELLA POBLENOU	6.709.919
CIUTADELLA	4.206.984
LESSEPS - VALLCARCA	3.594.538
ZONA UNIVERSITÀRIA	3.379.394
BARÓ DE VIVER	3.243.159
JOAN MIRÓ	2.103.024
TORRE LLOBETA	1.484.873
VILALBA DELS ARCS	501.415
DOCTORS DOLSA	369.245
RIERES D'HORTA	91.488
BON PASTOR	51.619
TAULAT - FORUM	17.526
TOTAL	33.345.399

Taula 85. Inversions planificades per a la millora i ampliació dels sistemes existents

SISTEMA	PEC (IVA INCLÒS)
SAGRERA - AVE	14.931.132
RONDA DE DALT	25.819.118
PASSEIG DE SANT JOAN	5.864.525
CAN BATLLÓ	4.146.870
MERIDIANA	3.415.328
TOTAL	54.176.973

Taula 86. Inversions planificades per al desenvolupament dels nous sistemes planificats

17.1.3. Planificació de la inversió.

Per tal de prioritzar i planificar la inversió, s'ha tingut en compte l'estimació de volums de demanda d'aigua freàtica. Sota el criteri de poder abastir com més serveis millor, sempre que això tingui un cost raonable, s'estableix una prioritització d'inversions. A la Taula 87 s'exposa el càlcul de l'amortització i l'increment de la demanda que comporta la inversió prevista, per sistemes, classificats per sistemes existents i nous sistemes d'aprofitament d'aigua freàtica.

A la Figura 51 es representa gràficament les inversions ordenades de major a menor segons l'increment de demanda que cobreixen. D'aquesta manera es pot detectar quines són les inversions més rentables en referència a la demanda estimada que podran satisfer.

Per a estimar l'amortització de la inversió s'ha establert un període d'amortització de 47 anys, en el qual s'amortitza el 90% de la inversió, de forma lineal. Així s'obtenen els valors de l'amortització per cada sistema, en €/any, tal com s'indica a la Taula 87. Si es repercuteix l'amortització anual per sistema en el volum servit (m³/any d'increment de demanda satisfeta), s'obté una ràtio d'amortització en €/m³/any.

Sistemes	inversió planificada (€)	inversió planificada (milers €)	Increment de demanda anual estimada (m3)	% d'increment de demanda	amortització de la inversió (€/any)	ràtio amortització (€/any m3)
Anella Poblenou-Ciutadella-Taulat	10.934.429 €	10.934	369.661	24,46%	209,38	0,001
Dipòsit Zona Universitària	3.379.394 €	3.379	94.638	6,26%	64.711,80	0,68
Montjuïc	7.592.214 €	7.592	84.924	5,62%	145.382,82	1,71
Dipòsit Joan Miró	2.103.024 €	2.103	60.835	4,03%	40.270,67	0,66
Baró de Viver	3.243.159 €	3.243	59.291	3,92%	62.103,04	1,05
Lesseps-Vallcarca	3.594.538 €	3.595	27.369	1,81%	68.831,58	2,51
Bon Pastor	51.619 €	52	24.000	1,59%	988,45	0,04
Dipòsit Vilalba dels Arcs	501.415 €	501	20.147	1,33%	9.601,56	0,48
Torre Llobeta	1.484.873 €	1.485	16.353	1,08%	28.433,74	1,74
Dipòsit Rieres d'Horta	91.488 €	91	2.777	0,18%	1.751,91	0,63
Dipòsit Doctors Dolsa	369.245 €	369	1.470	0,10%	7.070,64	4,81
total millores dels sistemes existents	33.345.398 €	33.345 €	761.465	50,39%	638.528,90	0,84
Ronda de Dalt	25.819.118 €	25.819	322.794	21,36%	494.408,64	1,532
Sagrera-AVE	14.931.132 €	14.931	264.029	17,47%	285.915,29	1,083
Passeig de Sant Joan	5.864.525 €	5.865	69.755	4,62%	112.299,41	1,61
Can Batlló	4.146.870 €	4.147	61.918	4,10%	79.408,15	1,28
Meridiana	3.415.328 €	3.415	31.222	2,07%	65.399,90	2,09
total ampliació de xarxa freàtica amb nous sistemes	54.176.973 €	54.177	749.718	49,61%	1.037.431,40	1,38
TOTALS	87.522.371 €	87.522,37	1.511.183	100,00%	1.675.960,29	1,11

Taula 87 Inversió i increment de demanda servida per sistemes

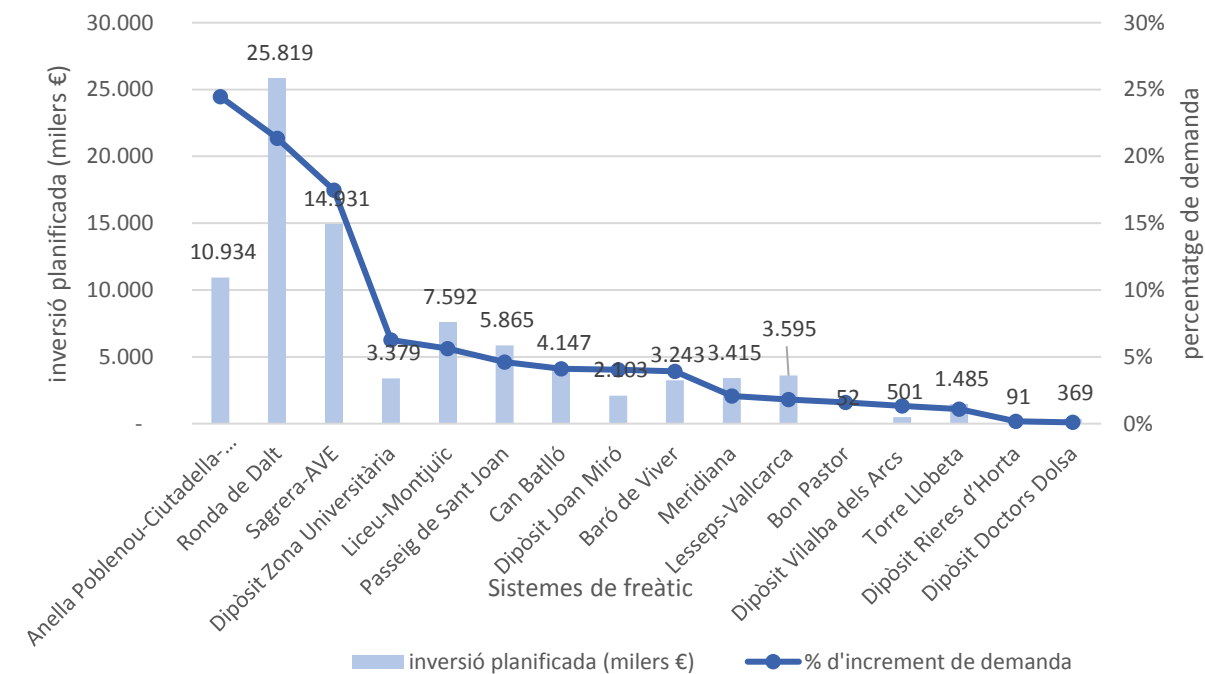


Figura 51. Inversió planificada vs % d'increment de demanda anual prevista, per sistemes

Analitzant la inversió d'acord amb l'import absolut previst respecte la demanda que pot satisfer cada sistema, es detecta que el sistema nou planificat de la Ronda de Dalt és el més car però, alhora, és el segon sistema que cobreix més demanda. De fet, el sistema que aporta més aigua és el d'edifici de les aigües i Ciutadella-anella litoral ja que es preveu que s'aportarà aigua al zoo, que passarà a ser el major consumidor arribant gairebé als 150.000 m³ de consum anual previstos. Aquest resulta el sistema més rentable ja que amb poca inversió, donat que és un sistema existent, aporta gairebé una quarta part de la demanda total estimada. Està clar doncs, que aquesta seria una de les inversions a fer amb major prioritat.

A la

Figura 52 es representa gràficament la ràtio d'amortització per cada sistema, ordenats de major a menor segons el percentatge d'increment de demanda satisfeta.

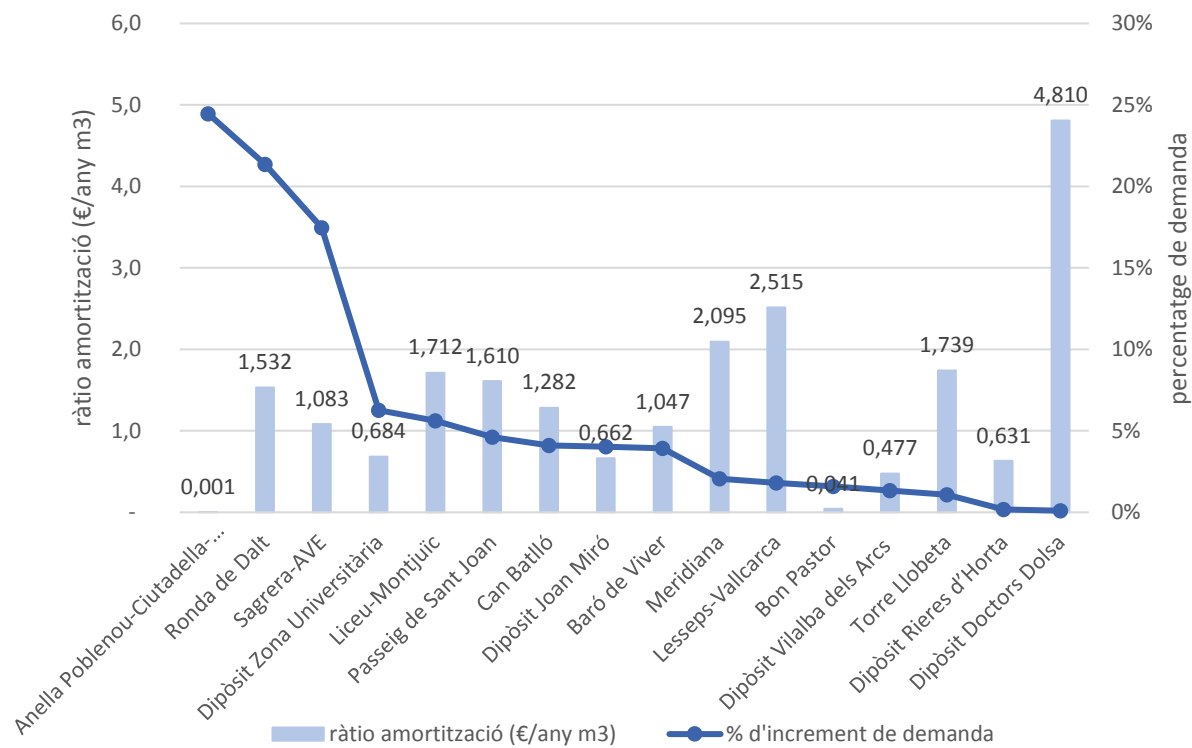


Figura 52. Ràtio d'amortització en €/m3/any vs la demanda anual prevista, per sistemes

A partir del gràfic anterior, es detecta que hi ha tres sistemes que superen els 2 €/m³/any de ràtio d'amortització. Aquests són Doctors Dolsa, Lesseps-Vallcarca i Meridiana, ja que tenen un cost d'inversió molt elevat en relació a l'increment de demanda satisfeta. Això és degut a què les inversions en aquests sistemes inclouen l'estesa de xarxa per la interconnexió amb altres sistemes, i no es pot repercutir en nous consums satisfets. Per altra banda, l'Anella Litoral-Taulat-Ciutadella és la que té una ràtio d'amortització menor, això és degut a què es preveu que abasteixi el zoo de Barcelona, amb un consum molt elevat, com ja s'ha explicat anteriorment.

17.1.4. Anàlisi econòmic de les despeses d'amortització i explotació de la xarxa d'aigua freàtica existent.

L'objectiu d'aquest anàlisi és conèixer el cost total de l'aigua freàtica a la ciutat de Barcelona, tenint en compte totes les despeses associades a la seva explotació, tant directes com indirectes, necessàries per a poder donar un servei òptim als usuaris connectats i potencials; i les despeses d'amortització de les inversions efectuades en el desenvolupament de la xarxa.

Els diferents factors de cost que es tenen en compte en el present estudi s'extreuen de la *Guía de Tarifas de Abastecimiento y Saneamiento de Agua*, publicada per l'AEAS (Asociación Española de abastecimiento de Agua y Saneamiento),

Per a l'elaboració de l'estudi s'han utilitzat les dades de volums subministrats i dels costos energètics associats dels tres darrers anys en els diferents punts de control seleccionats. Amb tot, es calculen els costos anuals per factor de cost, per sistema i s'estableix un global a partir del volum mig subministrat al llarg dels tres darrers anys i dels costos estimats.

Al següents apartats s'exposen les dades de partida i la metodologia utilitzades per a dur a terme l'estudi.

17.1.4.1. Sistemes d'aprofitament d'aigua freàtica analitzats

Tal com s'exposa a l'apartat 10.1., existeixen actualment 23 sistemes operatius, de diversa tipologia. Per a l'elaboració de l'anàlisi econòmic es descarten els sistemes que estan operatius però dels quals es tenen poques dades, i els sistemes recentment executats que fa molt poc temps que han entrat en funcionament. A la Taula 88 es llisten els sistemes inclosos en l'estudi i els punts analitzats per a cadascun d'ells.

NOM SISTEMA	POUS CAPTACIÓ	BOMBAMENTS	ESCOMESSES	CONSUM 2017 (m³/any)
Sistema Escola Industrial	1	3	3	20.297
Sistema Bori i Fontestà	1	3	4	12.536
Sistema Zona Universitària	2	3	7	87.538
Sistema Liceu-Paral·lel-Montjuïc	4	10	45	190.239
Sistema Taulat - Fòrum	2	2	13	108.716
Sistema Anella Poblenou	2	7	40	376.691
Edifici de les aigües	1	1	3	201.631
Torre de les Aigües	1	1	1	20.785
Sistema Doctors Dolsa	1	3	5	43.143
Sistema Vilalba dels Arcs	1	4	6	19.006
Sistema Joan Miró	2	4	10	32.827
Sistema la Maquinista	1	3	3	12.794
Sistema Baró de Viver	1	1	1	5.699
Sistema Urgell	1	2	3	20.373
Sistema Torre Llobeta	2	2	3	12.716
Sistema Lesseps	1	2	3	8.662
Sistema Rieres d'Horta	2	5	6	38.341
TOTALS	26	56	156	1.211.994

Taula 88. Llistat de sistemes considerats en l'estudi econòmic

17.1.4.2. Anàlisi de costos d'explotació dels sistemes d'aprofitament d'aigua freàtica

La complexitat dels sistemes existents és molt variable, per tant, s'ha considerat interessant disposar tant dels costos globals de l'aigua freàtica com de dades del cost en funció de cada sistema. Els resultats obtinguts permetran detectar aquells sistemes que són més rentables i els que requereixen una major despesa d'explotació.

Cal dir que, així com algun factor està relacionat amb el volum subministrat, com és l'energètic, la major part dels costos són fixes i independents del consum, per tant un increment del volum subministrat suposa una disminució del cost per metre cúbic d'aigua.

A més, en funció del factor de cost que s'estigui estudiant, aquest s'ha de repartir de forma equitativa entre els 45 punts de control o bé de forma ponderada en funció del volum d'aigua freàtica que es pot obtenir en aquest punt.

A continuació s'exposen els diferents factors de cost considerats en el càlcul de les despeses d'explotació i els criteris d'aplicació seguits en cada cas.

Despeses de personal:

Aquest concepte inclou les despeses de personal intern. El cost es comptabilitza en base a les hores anuals del personal i al preu/hora segons al categoria professional d'aquest. Aquestes despeses es divideixen en:

- Despeses directes: corresponen al personal que intervé de forma directa en la gestió del servei, com ara el personal que fa el manteniment i explotació de la xarxa, i controls de qualitat de l'aigua. Les despeses directes es repercuteixen de la següent manera: el 20 % de forma lineal a cada punt de control i el 80 % restant, es reparteix de forma proporcional al volum subministrat pel punt de control.
- Despeses indirectes: corresponen al personal d'estructura de l'empresa, que intervé de forma indirecta (personal del servei de sistemes d'informació i d'administració). Les despeses indirectes es reparteixen uniformement per cada punt de control, és a dir, no depenen del volum que s'obtingui en cada punt.

Subministraments:

En aquest apartat s'inclouen els subministraments necessaris per a realitzar el manteniment de la xarxa. Els costos per subministraments per dur a terme les tasques de manteniment (recanvis, etc...) s'han repercutit de manera que un 10 % s'imputa de forma fixe a cada punt de control i el 90 % restant es reparteix proporcionalment al volum extret en el punt de control.

Consums energètics:

Aquest concepte correspon a la despesa energètica associada al consum de les bombes d'extracció d'aigua del subsòl, i del consum energètic dels bombaments des dels dipòsits d'acumulació als diferents punts de consum. En aquest cas, els punts de consum que requereixen una gran elevació de l'aigua consumiran molta més energia que aquells sistemes on els punts de consum siguin molt propers als dipòsits o bé els pous de captació siguin molt superficials. Per

tant, el cost de l'energia s'imputa íntegrament al volum d'aigua bombat en cada punt de bombament.

Neteja, desinfecció i control de qualitat:

Els serveis exteriors de neteja i desinfecció van associats als sistemes que disposen de dipòsit, i els seus costos s'han repartit proporcionalment al volum que passa per cada dipòsit. En el cas de les analítiques, el cost també es repercuteix als volums que dona servei l'analítica, és a dir, als volums que es veurien afectats en cas de detectar-se qualitat insuficient en algun dels punts. En aquest factor de cost incloem els serveis que es subcontracten, són els serveis exteriors i incloent les tasques de neteja i desinfecció i la realització d'analítiques per al control del recurs.

Cloracions i descalcificacions:

Aquestes despeses corresponen als subministraments necessaris per a la realització de cloracions i descalcificacions en aquells sistemes que ho requereixin. Les despeses es reparteixen en funció del volum servit en cada punt de control, en aquells sistemes on es realitza cloració o descalcificació (no es fa en tots).

A l'Annex 9 s'exposa amb detall les dades de partida i la metodologia seguida per a l'obtenció dels costos d'explotació per m³ corresponents a cadascun dels conceptes.

17.1.4.3. Anàlisi de costos d'amortització dels sistemes d'aprofitament d'aigua freàtica

Per al càlcul de l'amortització de les inversions en la xarxa d'aigua freàtica, s'ha seguit la metodologia següent, definida en base a la informació disponible.

Per a definir com s'amortitza la inversió es defineix un període de vida útil. D'acord amb el Ministeri d'Hisenda aquest és de 50 anys per a l'obra civil i de 20 anys per a les instal·lacions. Com que no es disposa de forma segregada de la part de la inversió que correspon a l'obra civil i la part que correspon a les instal·lacions, es pot considerar que un 90% de la inversió correspon a l'obra civil i un 10% a les instal·lacions. Aquest plantejament suposa considerar un termini d'amortització mig, ponderat, de 47 anys (corresponent al període de vida útil de la infraestructura). Per altra banda, es pot suposar que el valor residual és del 10 % de la inversió, per tant, l'import a amortitzar serà el 90 % de la inversió.

L'import total de les inversions realitzades en sistemes d'aprofitament d'aigua freàtica fins a l'actualitat ascendeix a **18.236.112 €**. Aquest és l'import total, ja que no es disposa de la inversió segregada per sistemes. Per tant, per a poder repercutir aquest import sobre cada sistema, s'ha realitzat una valoració econòmica actualitzada de cada sistema en funcionament, aplicant els preus unitaris que s'han utilitzat per al càlcul del pressupost de les actuacions planificades sobre la xarxa ja executada. L'import total d'aquesta valoració és de **66.085.335 €**. El quocient d'aquestes dues xifres ens dona el factor de reducció que cal aplicar en la inversió estimada per a cada sistema. Considerant que l'import a amortitzar és el 90% de la inversió, en 47 anys, podem calcular el cost anual d'amortització per a cada sistema i en funció del volum servit per sistema, obtenint un valor mig anual de **0,304 €/m³**.

A l'Annex 9 s'esposa una taula amb els despeses d'amortització calculades per a cada sistema.

17.1.4.4. Resum de costos d'amortització i explotació de l'aigua freàtica

Aplicant els criteris exposats en l'apartat anterior, s'obté que el cost mig per metre cúbic d'aigua freàtica a la ciutat de Barcelona, tenint en compte les despeses d'explotació i d'amortització de la xarxa, és de **1,085 €/m³**. Aquest valor és un valor mig, que s'obté del sumatori del cost per m³ d'aigua de cadascun dels factors de cost considerats en l'estudi. A la Taula 89 es presenta un resum dels resultats obtinguts a partir dels quals s'obté el cost total de l'aigua freàtica.

A l'Annex 9 es pot consultar el detall d'aquests imports, per cadascun dels sistemes i per cada punt de control, tenint en compte el volum d'aigua freàtica servit per a cada sistema.

FACTOR COST		Total cost (€)	Sense amortitzacions		Amb amortitzacions	
			€/m ³	%	€/m ³	%
1	Personal (directes i indirectes)	383.655,95	0,343	43,90%	0,343	31,60%
2	Subministrament manteniment	122.040,00	0,109	13,96%	0,109	10,05%
3.1	Consums energètics	207.666,88	0,186	23,76%	0,186	17,11%
3.2	Cloració	28.361,73	0,025	3,25%	0,025	2,34%
3.3	Descalcificació	6.767,68	0,006	0,77%	0,006	0,56%
4.1	Neteja i desinfecció	21.150,00	0,019	2,42%	0,019	1,74%
4.2	Analítiques	104.312,00	0,093	11,94%	0,093	8,59%
TOTAL		873.954,24		100,00%		
5	Amortitzacions	339.981,55			0,304 €	28,01%
TOTAL		1.213.935,79			1,085 €	100,00%
Volum distribuït		1.118.844 m ³				

Taula 89. Resum de costos de l'aigua freàtica en funció del factor de cost

El següent gràfic representa el repartiment de les despeses d'explotació i amortització en percentatges. Es posa de manifest que els dos factors de cost més elevats són les amortitzacions i els costos de personal. Els consums energètics representen el tercer factor de cost més elevat.

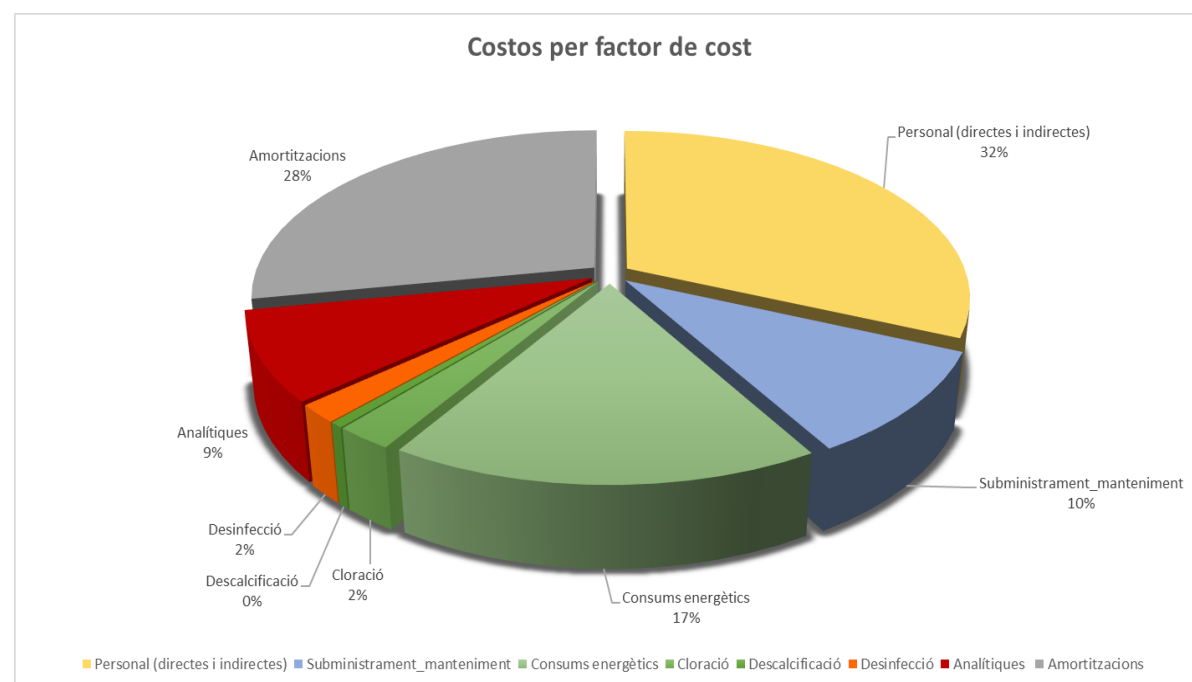


Figura 53. Gràfic que mostra el pes de cada factor de cost

El càlcul de les despeses d'amortització i explotació individualitzades per a cada sistema, en funció del volum servit i els despeses energètiques i directament imputables a cada sistema, pot fer variar significativament el cost de l'aigua entre diferents sistemes. A la figura següent es representa, per a cada sistema en servei analitzat, el cost de l'aigua en €/m³. A partir d'aquest gràfic es posa de manifest que el cost de l'aigua freàtica més elevat correspon a l'anella Poblenou, donat que es tracta d'un sistema molt gran, en què les despeses energètiques derivades del transport de l'aigua encareixen el cost final respecte d'altres sistemes.

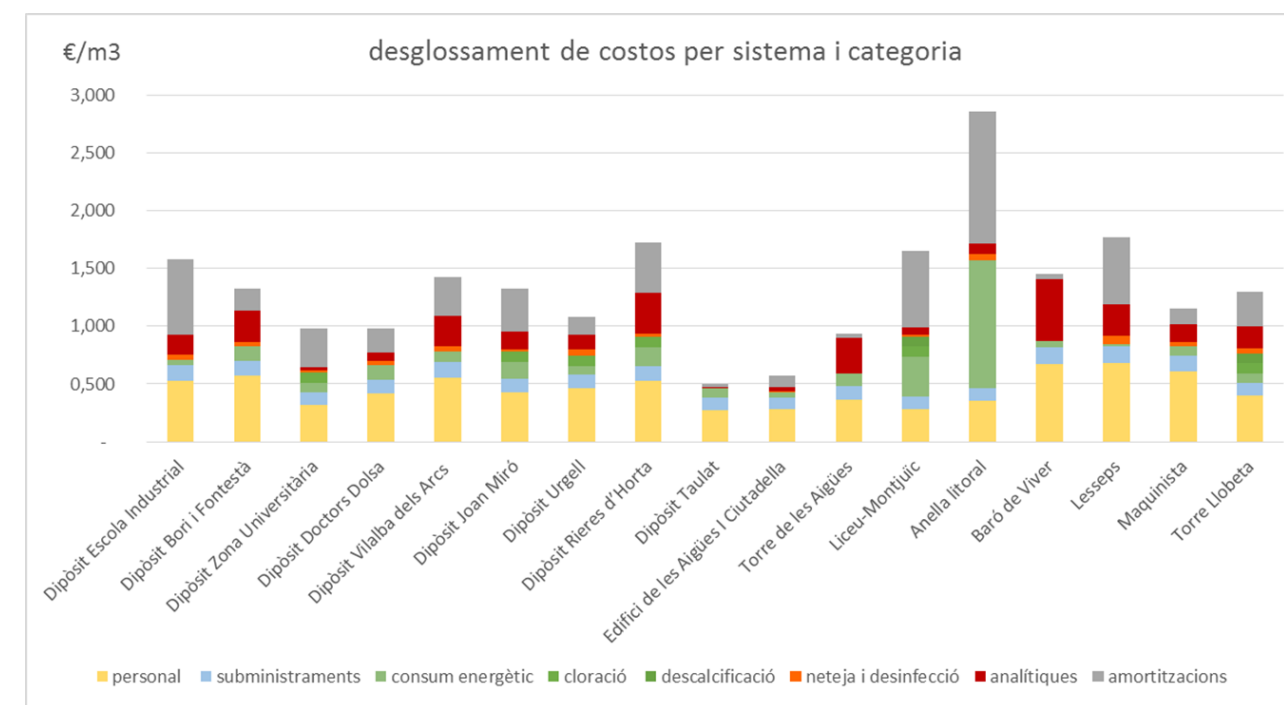


Figura 54. Anàlisi de costos per categoria i per cadascun dels sistemes de freàtic

17.1.5. Estudi comparatiu del cost de l'aigua freàtica respecte el preu de l'aigua potable.

En el cas particular de la ciutat de Barcelona, cal tenir present que si prenem com a referència el preu per metre cúbic que costa l'aigua potable per l'Ajuntament i el comparem amb el cost de l'aigua freàtica, no estem comparant els mateixos conceptes ja que en el primer cas no es tracta del cost real de l'aigua, sinó d'un preu que no internalitza els diferents factors del cost, com podrien ser els ambientals, i que a més, disposa d'una subvenció. En el cas de l'aigua freàtica, però, quan parlem del preu per metre cúbic sí que podem equiparar-ho al cost de l'aigua, tractant-se, a més, d'un cost que assumeix en la seva totalitat l'Ajuntament de Barcelona.

A banda de l'estimació del cost de l'aigua freàtica, per tenir un ordre de magnitud del cost de l'aigua freàtica com a recurs alternatiu, s'ha volgut comparar amb el preu que es paga per l'aigua potable a companyia, tenint en compte que hi ha un conveni entre l'Ajuntament de Barcelona i l'Empresa Metropolitana de Gestió del Cicle Integral de l'Aigua, en el qual s'estableixen uns costos mensuals fixes i un cost variable, el corresponent al consum, que es paga a **0,5469 €/m³**.

A partir de la factura de l'aigua potable s'ha fet una estimació de quin és el preu mig per metre cúbic d'aigua potable. Per a fer-ho, s'ha tingut en compte l'ordre de magnitud dels consums mensuals de l'Ajuntament de Barcelona de l'any 2017, que s'exposen a la figura següent.

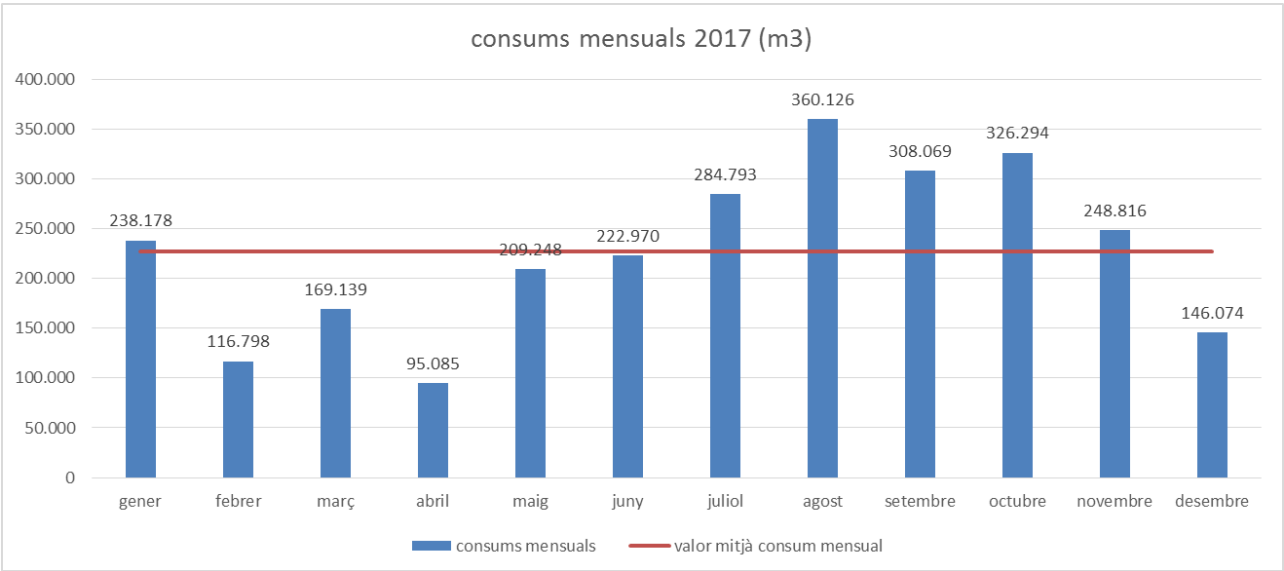


Figura 55 Gràfic de consums mensuals d'aigua potable

A la taula següent s'exposa una comparativa entre el preu de l'aigua potable que paga l'Ajuntament de Barcelona, el preu que paguen altres ajuntaments, tenint en compte en ambdós casos els termes fixos i variables establerts, i el cost de l'aigua freàtica. Comparant el preu de l'aigua potable per a l'Ajuntament de Barcelona, uns **1,06 €/m³**, veiem que aquest és molt proper al ràtio estimat anteriorment de **1,085 €/m³** de cost de l'aigua freàtica.

	aigua potable		aigua freàtica	
	cost per l'Aj de BCN (€/m3)	cost altres (€/m3)	factors de cost	cost (€/m3)
desglossament factura			Personal (directes i indirectes)	0,343
Consum aigua	0,547	1,29	Subministrament_manteniment	0,109
Quota servei	0,147	0,147	Consums energètics	0,186
Canon aigua	0,174	0,174	Cloració	0,025
IVA 10% Consum, quota i canon	0,087	0,087	Descalcificació	0,006
Conservació Comptador	0,088	0,088	Desinfecció	0,019
IVA 21% Conservació Comptador	0,018	0,018	Analítiques	0,093
			Amortitzacions	0,304
preu (€/m3)	1,060	1,803	preu (€/m3)	1,085

Taula 90. Taula comparativa entre el cost aigua potable vs aigua freàtica

17.2.LÍNIA D'ACCIÓ 2. SISTEMES D'APROFITAMENT D'AIGUA REGENERADA

17.2.1. Consideracions generals

L'aprofitament de l'aigua regenerada presenta algunes particularitats en relació amb l'aigua del subsòl. En primer lloc, l'aigua regenerada té un titular, que és l'entitat que la produeix, concretament l'Agència Catalana de l'Aigua, qui ha autoritzat a l'Àrea Metropolitana de Barcelona l'ús d'aigua regenerada fins un cabal de 400.000 m³/any. Per tant, cal adquirir aquesta aigua, que té un preu, que correspon al tractament que es realitza a l'estació d'aigua regenerada d'El Prat.

Cal tenir en compte també que aquest recurs es produeix a la ERA d'El Prat, i cal transportar-lo fins al dipòsit municipal situat a la muntanya de Montjuïc, des del qual es preveu realitzar el subministrament, tal com s'exposa a l'apartat 11 del present document.

17.2.2. Valoració econòmica de les actuacions planificades a la xarxa d'aigua regenerada

S'inclou en aquest apartat la valoració econòmica de les actuacions planificades a la xarxa d'aigua regenerada, que inclouen les següents actuacions:

- Actuacions d'ampliació del sistema d'aigua regenerada existent, consistent en l'ampliació de la capacitat del dipòsit existent de 150 m³ amb la construcció d'un nou dipòsit de 500 m³.
- Actuacions de desenvolupament de la xarxa d'aigua regenerada al nou sistema Marina Prat Vermell.

A l'Annex 9 s'inclou la fitxa resum del pressupost de les actuacions planificades per al desenvolupament d'aquest nou sistema. El pressupost total de les actuacions planificades ascendeix a **5.487.255 €** (IVA inclòs).

17.2.3. Anàlisi econòmic de les despeses d'amortització i explotació de la xarxa d'aigua regenerada

Per a realitzar l'anàlisi econòmic del sistema d'aigua regenerada s'ha seguit la mateixa metodologia que en el cas d'aigua freàtica i s'han aprofitat els ràtios obtinguts per a fer una estimació de costos. Donat que l'aigua regenerada és subministrada per l'AMB, al afegir un preu de compra, establert en 0,45 €/m³ (la confirmació d'aquest import resta pendent de la signatura del conveni d'explotació de l'aigua regenerada entre l'Ajuntament de Barcelona i l'AMB).

A continuació s'exposen els criteris adoptats per a l'estimació de les despeses d'explotació i amortització de l'aigua regenerada.

17.2.3.1. Anàlisi de costos d'explotació dels sistemes d'aprofitament d'aigua regenerada

Les despeses d'explotació de la xarxa d'aigua regenerada es poden assimilar a les despeses contemplades en l'explotació de la xarxa d'aigua freàtica, a excepció del cost energètic, el qual, donat que l'aigua es subministra a la cota del dipòsit, i no es tenen consums energètics associats a l'extracció de l'aigua del subsòl, s'ha suposat un 50% inferior al cost energètic d'explotació de l'aigua freàtica. Es considera que les despeses energètiques associades al bombament des de la ERA fins al dipòsit de distribució del Passeig Olímpic estaran incloses en el preu de venda de l'aigua regenerada, ja que les estacions de bombament es troben dins de la ERA d'El Prat. La

ràtio escollida per a repercutir els costos de consum energètic s'obtenen de l'estudi annexat a la memòria. En la resta de casos, s'apliquen les ràtios calculades en l'apartat 17.1, que es resumeixen a la taula següent:

factors de cost d'explotació	cost (€/m³)
Personal (directes i indirectes)	0,343
Subministraments i manteniment	0,109
Consums energètics	0,093
Cloració	0,025
Desinfecció	0,019
Analítiques	0,093
TOTAL	0,682

Taula 91. Factors de cost d'explotació aplicats a l'aigua regenerada

Al cost d'explotació estimat per m³ caldrà afegir el preu de l'aigua, que s'ha d'abonar a l'entitat subministradora (l'AMB, en aquest cas), que s'estima que serà de 0,45 €/m³ aproximadament per a l'Ajuntament de Barcelona (segons estudis previs). Per tant, el cost d'explotació incorporant el preu de l'aigua s'estima en **1,13 €/m³**.

17.2.3.2. Anàlisi de costos d'amortització del sistema d'aprofitament d'aigua regenerada

Un dels costos que té un pes important i que cal establir és l'amortització de la inversió realitzada per a la construcció de la xarxa al llarg de la vida útil de la instal·lació. Per al càlcul de l'amortització s'ha seguit la mateixa metodologia que en el càlcul de l'amortització de la xarxa d'aigua freàtica (amortització lineal en un període de 47 anys).

La xarxa de distribució de s de la ERA d'El Prat fins al carrer Motors ha estat executada per l'AMB, per tant, no s'ha de tenir en compte per al càlcul de l'amortització, ja que la repercussió d'aquesta canonada en el cost vindrà inclosa en el preu de compra de l'aigua per l'Ajuntament de Barcelona.

La inversió realitzada per l'Ajuntament de Barcelona es refereix al tram de tub que va des del carrer Motors fins el dipòsit del passeig Olímpic, situat a la cota 68, al cost del dipòsit i a la xarxa de distribució a l'entorn del dipòsit que inclou un hidrant. Aquesta inversió correspon a 1.146.936,07 € (IVA inclòs).

Segons els criteris adoptats, l'import anual a amortitzar de la infraestructura executada serà de:

$$I = 0,9 \times 1.146.936,07 / 47 = \mathbf{21.962,61 \text{ €}}$$

Seguint el mateix criteri per a la xarxa d'aigua regenerada a executar per a poder arribar als punts de consum previstos, l'import anual a amortitzar es calcula segons:

$$I = 0,9 \times 5.487.255 / 47 = \mathbf{105.075,10 \text{ €}}$$

Per a l'estimació del cost global del subministrament de l'aigua regenerada en aquest nou sistema planificat, cal tenir en compte l'amortització de la infraestructura ja executada, l'amortització de les noves actuacions a executar, i el cost d'explotació de l'aigua calculat anteriorment. Es considera que el total de la inversió es repercuteix en el total de la demanda estimada a satisfer amb aquets nou sistema, que correspon a **42.106 m³/any**. A partir d'aquest volum estimat, es calcula la ràtio d'amortització estimada en €/m³/any.

A la taula següent es resumeixen els paràmetres que s'han tingut en compte per a l'estimació del cost d'amortització i explotació del sistema planificat d'aigua regenerada a La Marina del Prat Vermell.

FACTORS DE COST	COST (€/m³/any)
COSTOS EXPLOTACIÓ	1,13
RÀTIO AMORTITZACIÓ XARXA EXISTENT	0,52
RÀTIO AMORTITZACIÓ XARXA PLANIFICADA	2,49
TOTAL	4,14

Taula 92. Estimació del cost d'amortització i explotació del sistema d'aigua regenerada

17.3.LÍNIA D'ACCIÓ 3. SISTEMES D'APROFITAMENT D'AIGÜES GRISES EN EDIFICIS

17.3.1. Consideracions generals

Els costos d'implantació de sistemes d'aprofitament d'aigües grises estan fortament relacionats amb el número d'habitatges connectats al sistema de tractament i a la possibilitat d'incorporar-los en el moment de construcció de l'edifici. Així mateix, la seva amortització es veu directament relacionada amb el preu de l'aigua potable ja que quant més cara sigui aquesta, més rentable és l'ús d'aquests sistemes. Fins ara, donades aquestes variables, els criteris econòmics de decisió per a impulsar aquests sistemes no eren del tot favorables. Actualment però, les condicions estan canviant ja que, d'una banda les tecnologies s'estan millorant i abaratint, i de l'altre, el preu de l'aigua té una tendència creixent arreu del territori. Per tant, avui dia els criteris de decisió no poden ser exclusivament econòmics i s'han de prioritzar els seus beneficis ambientals, sobretot pel que fa a la conservació dels recursos hídrics. En un futur pròxim, els criteris econòmics recolzaran clarament la implantació d'aquests sistemes.

17.3.2. Anàlisi de costos d'inversió, explotació i amortització del sistemes d'aprofitament d'aigües grises

17.3.2.1. Anàlisi dels costos d'inversió

L'aplicació dels sistemes d'aigües grises és considera viable sobretot per a noves construccions o rehabilitacions substancials per una raó evident: la necessitat d'instal·lar la xarxa independent que reculli l'aigua de les dutxes i banyeres i les condueix al sistema de tractament, fa que la implantació en edificacions existents sigui costosa, mentre que durant la construcció de l'edifici, el cost afegit pot considerar-se marginal.

D'altra banda, el número d'habitatges connectats incideix en el sistema de depuració ja que, a major volum a tractar per a cobrir la demanda, s'han d'instal·lar sistemes amb major capacitat de tractament. L'Estudi d'implantació de tecnologies d'aprofitament d'aigües grises a la ciutat de Barcelona (annex 6) realitzat per la Universitat Autònoma de Barcelona, ha fet servir d'exemple un sistema MBR modular en què un mòdul pot tractar 3.000 L diaris d'aigua grisa i té un cost de 12.000€. Una vegada superat aquest volum, s'han d'instal·lar més mòduls progressivament, els costos dels quals no augmenten de forma lineal. Aquest cost es reparteix entre els habitatges connectats, per tant en general, a major nombre d'habitatges, menor cost d'inversió.

Si es consideren les dades de producció d'aigües grises establertes en apartats anteriors d'aquest Pla (50 Lpd) i la ocupació mitjana per habitatge a la ciutat de Barcelona (2,49 persones per habitatge), es pot estimar que la producció mitjana d'aigües grises a tractar per habitatge és de 124,35 L diaris. Tenint en compte aquests criteris, edificis de fins a 24 habitatges podrien utilitzar un sistema amb un únic mòdul de tractament pagant menys diners aquells edificis que tinguin més habitatges connectats.

Com es pot veure a la Taula 93, en un edifici de 8 habitatges (prenent com referència l'Ordenança tipus d'estalvi d'aigua), el cost d'inversió destinat als mòduls MBR pot ser de 1.500€ per habitatge mentre que en un edifici de 24 habitatges, el cost per habitatge és de 500€. A partir de 25

habitatges podria ser necessari incorporar un segon mòdul, incrementant el cost d'inversió a 720 €/habitatge fins a un edifici de 49 habitatges en que el cost torna a reduir-se fins a 367,35 €/habitatge i a partir del qual caldria incorporar un tercer mòdul, i així successivament. S'ha de tenir en compte que aquestes dades són estimacions que s'han d'ajustar cas per cas, en el moment del disseny del sistema de depuració, i que el seu únic objectiu és donar una idea de com la economia d'escala incideix en els costos d'inversió d'aquests sistemes.

OCUPACIÓ MITJANA PER LLAR A BARCELONA (persones)	PRODUCCIÓ D'AIGÜES GRISES - DADES PER AL DISSENY (Lpd)	PRODUCCIÓ AIGÜES GRISES DIARI PER LLAR (L/dia)	PRODUCCIÓ AIGÜES GRISES DIARI PER LLAR (m³/dia)
2,49	50	124,35	0,12



Nº HABITATGES	PRODUCCIÓ D'AIGÜES GRISES DIARI PER EDIFICI (m³/dia)	MÒDULS MBR A INSTAL·LAR	COST D'INVERSIÓ PER ALS MÒDULS MBR	COST D'INVERSIÓ PER HABITATGE
8	0,96	1	12.000,00 €	1.500,00 €
16	1,92	1	12.000,00 €	750,00 €
24	2,88	1	12.000,00 €	500,00 €
25	3,00	2	18.000,00 €	720,00 €
26	3,12	2	18.000,00 €	692,31 €
49	5,88	2	18.000,00 €	367,35 €
50	6,00	3	22.000,00 €	440,00 €
74	8,88	3	22.000,00 €	297,30 €

Taula 93. Estimació dels costos d'inversió per habitatge per a la instal·lació de mòduls de tractament MBR de depuració d'aigües grises

17.3.2.2. Anàlisi dels costos d'explotació

El costos d'explotació dels sistemes de tractament d'aigües grises inclouen: el manteniment preventiu i correctiu, el control analític del sistema i el cost energètic de la depuració en si mateixa.

Tal i com s'explica a l'Annex 6 del Pla, es recomana que el manteniment preventiu inclogui una neteja semestral dels filtres previs al tractament i una neteja anual dels dipòsits del sistema. També s'ha de tenir en compte el canvi de les membranes de filtració al final de la seva vida útil seguint les indicacions del fabricant, que per al sistema MBR utilitzat com exemple és de 4 anys.

Cal esmentar que no s'ha tingut en compte el cost de l'aigua potable que es consumeix durant les neteges dels dipòsits però sobretot l'aigua potable que es consumeix en cas de baix rendiment del tractament o fuites en el sistema (inodors que perden aigua). En aquest punt cal recordar que l'entrada d'aigua potable al sistema és comunitari per a tots el veïns, i que un consum molt elevat pot disparar el preu ja que s'aplicarien les tarifes dels trams superiors del cànon de l'aigua, més cares quant major sigui el volum consumit. Finalment, dir que s'ha considerat incloure explícitament en el preu del manteniment, el seguiment dels comptadors d'aigua i un anàlisi del rendiment del sistema per tal de detectar quant abans millors les fuites o la disminució de capacitat de tractament del sistema.

Vist això, els costos de manteniment poden ser molt variables en funció del sistema. Segons el seguiment de les instal·lacions de l'Ajuntament de Sant Cugat, exposat a les "Jornades de reutilització de les aigües grises" realitzades a Sant Cugat del Vallès l'any 2015, els costos de manteniment es podien trobar entre 800 €/any i 1.800 €/any. Pel que fa les dades incorporades a l'estudi de la UAB, els costos de manteniment del sistema modular MBR es resumeixen a la següent taula.

PRODUCCIO D'AIGÜES GRISES - DADES PER AL DISSENY (Lpd)	MÒDULS MBR A MANTENIR	QUOTA ANUAL DE MANTENIMENT	COST SUBST. MEMBRANA (CADA 4 ANYS)
0-3000 L/dia	1	900 €	750 €
3000 - 6000 L/dia	2	1.200 €	1.500 €
6000-9000 L/dia	3	1.500 €	2.250 €
9000 - 12000 L/dia	4	1.700 €	3.000 €
≥12000 L/dia	≥5	≥2.000 €	≥3.750 €

Taula 94. Estimació dels costos de manteniment del sistema de tractament MBR de depuració d'aigües grises en funció de la capacitat de tractament

Pel que fa al cost del control analític del sistema aquest pot estar incorporat als contractes de manteniment. En tot cas, seguint les propostes de l'Annex 6, el control analític inclou el control de diversos paràmetres, en el moment de la posta en marxa del sistema i posteriorment de manera semestral, a la sortida de l'aigua tractada i a un punt allunyat en la xarxa de distribució (l'inodor més allunyat del sistema de tractament). A la Taula 95 i la Taula 96 següents s'estima el cost del control analític en base aquests criteris, amb preus aproximats d'anàlisis fetes a laboratori.

PARÀMETRE	COST ANALÍTICA	PUNTS DE MOSTREIG	FREQÜENCIA	COST	OBSERVACIONS
Terbolesa	10,00 €	2	2/any	40,00 €	Control semestral
E. coli	20,00 €	2	2/any	80,00 €	
pH	5,00 €	2	2/any	20,00 €	Es cas d'addició de clor
Clor lliure	15,00 €	2	2/any	60,00 €	

Taula 95. Estimació dels costos de control analític en base a la proposta inclosa a l'annex 6 del Pla

ESTIMACIÓ DELS COSTOS DE CONTROL ANALÍTIC	
Cost analític anual genèric	120,00 €
Cost analític anual per a sistemes que addicionen clor o d'altres biocides	80,00 €

Taula 96. Costos anuals de control analític en base a la proposta inclosa a l'annex 6 del Pla

Per últim, el cost energètic del sistema d'aigües grises es pot desglossar en el cost de moure l'aigua per la xarxa independent d'aigua gris, i el cost de la depuració en si mateixa. El primer depèn de la morfologia de l'edifici i, per tant, del grup de pressió necessari. Pel que fa al segon, s'ha estimat que per al sistema MBR pres com exemple a l'estudi de la UAB, el consum energètic mig és de 1,75 kWh/m³. Si es considera un preu mig de 0,15 €/kWh, el cost és de 0,26 €/m³ d'aigua depurada. En un edifici que requereixi depurar 3000 L/dia, el cost diari pel consum energètic seria inferior a un euro, aproximadament 0,78 cèntims, i per tant, el cost mensual seria d'uns 24€. Aquests preus no inclouen altres imports inclosos a les factures de llum com impostos o potencia contractada.

PREU MIG DEL KWH EN HABITATGE	CONSUM ENERGÈTIC MIG SISTEMA DEPURACIÓ D'AIGÜES GRISES	COST DE DEPURACIÓ	COST DIARI DE DEPURACIÓ (3000 l)	COST MENSUAL DE DEPURACIÓ (3000 l)
0,15 €/kWh	1,75 kWh/m³	0,26 €/m³	0,78 €	23,58 €

Taula 97. Estimació dels costos per consum energètic del sistema de depuració MBR

A la següent taula es resumeixen els costos mensuals i anuals per habitatge, tenint en compte tots els costos desglossats en aquest apartat, que inclouen un quota anual de manteniment, la substitució de membranes cada 4 anys, el cost anual de control analític i el cost energètic de depuració de l'aigua. Per a un edifici amb 16 habitatges, a partir dels quals es proposa impulsar la implantació de sistemes d'aprofitament d'aigües grises, el cost mensual de manteniment del sistema estaria al voltant dels 8 €.

	8 hab.	16 hab.	26 hab.	50 hab.
Cost de manteniment mensual per habitatge	15,57 €	7,79 €	7,28 €	5,07 €
Cost de manteniment anual per habitatge	186,87 €	93,43 €	87,30 €	60,90 €

Taula 98. Costos de manteniment per habitatge per al tractament d'aigües grises amb sistema MBR

17.3.2.3. Anàlisi de l'amortització

L'amortització dels sistemes d'aprofitament d'aigües grises està directament relacionada amb el preu de l'aigua. Allà on la tarifa de l'aigua subministrada és baixa, els sistemes d'aprofitament d'aigües grises tenen períodes llargs d'amortització i el seu impuls només es pot basar en criteris ambientals. En canvi, per ubicacions amb tarifes més cares, els períodes d'amortització s'escurcen i els criteris econòmics recolzen la seva implantació. Existeix per tant un preu de l'aigua a partir del qual qualsevol sistema d'estalvi d'aigua és rendible.

A l'esmentat estudi realitzat per la UAB, s'ha estimat l'estalvi econòmic d'aplicar els sistemes d'aigües grises comparant els costos d'instal·lació, de manteniment i energètics amb els beneficis obtinguts, calculats a la seva vegada com el cost total de l'aigua de xarxa estalviada. En general, el sistema tarifari de l'aigua té diversos components que solen incloure la quota fixa de servei, la part variable segons consum, la quota de conservació de comptadors i connexions, el cànon de l'aigua, altres recàrrecs que poden estar vinculats o no al cicle de l'aigua com la taxa de clavegueram o la taxa de gestió de residus, i l'IVA. Tots aquells imports calculats en funció del consum d'aigua potable són susceptibles de ser reduïts amb la implantació de sistemes d'aigües grises.

Tal i com s'ha resumit en la Línia d'acció 3 d'aprofitament de les aigües grises, l'estalvi de l'aigua potable que s'utilitzaria per als inodors, que és al voltant del 32% del total de l'aigua consumida en les llars, fa que en edificis a partir de 16 habitatges el període d'amortització dels sistemes sigui d'uns 10 anys. A continuació es presenten els resultats de les simulacions d'amortització per a edificis amb 8 habitatges (Ordenança tipus d'estalvi d'aigua), 16 habitatges (proposta de regulació d'aigües grises a Barcelona), 26 habitatges (nombre mitjà d'habitatges en els edificis amb tràmit de llicència dels anys 2012-2017) i 50 habitatges. El punt en que es creuen les línies de les gràfiques és l'any en què el cost de l'aigua potable estalviat iguala el cost del sistema incloent instal·lació, manteniment, control analític i cost energètic.

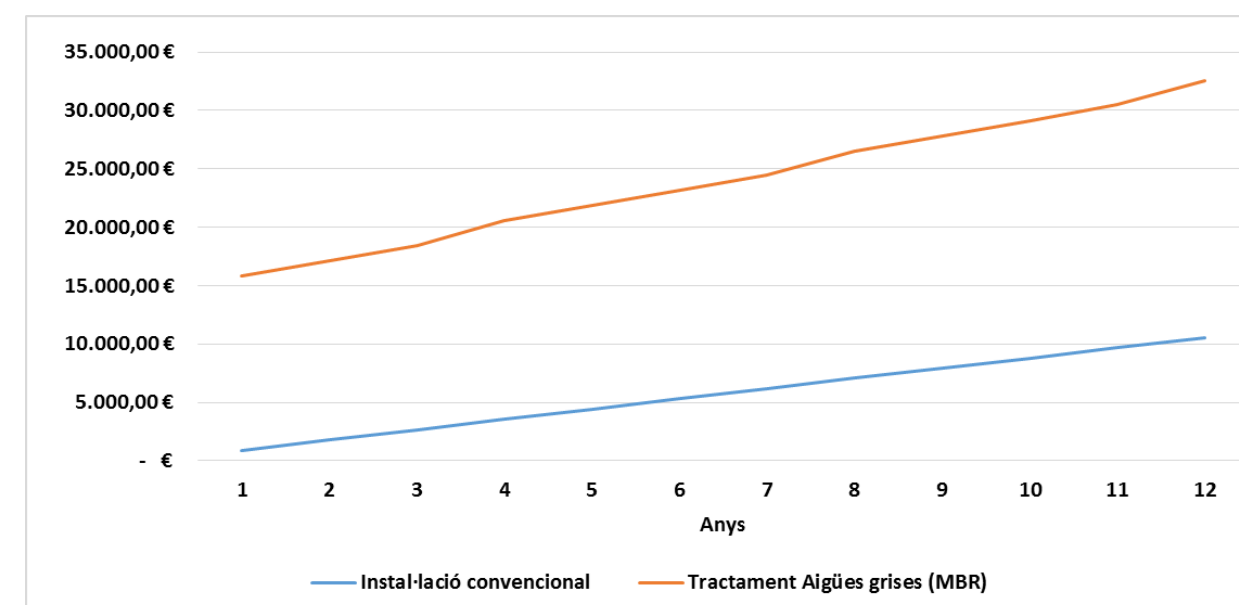


Figura 56. Rendibilitat dels sistemes d'aprofitament d'aigües grises. Simulació del període d'amortització d'un edifici amb 8 habitatges

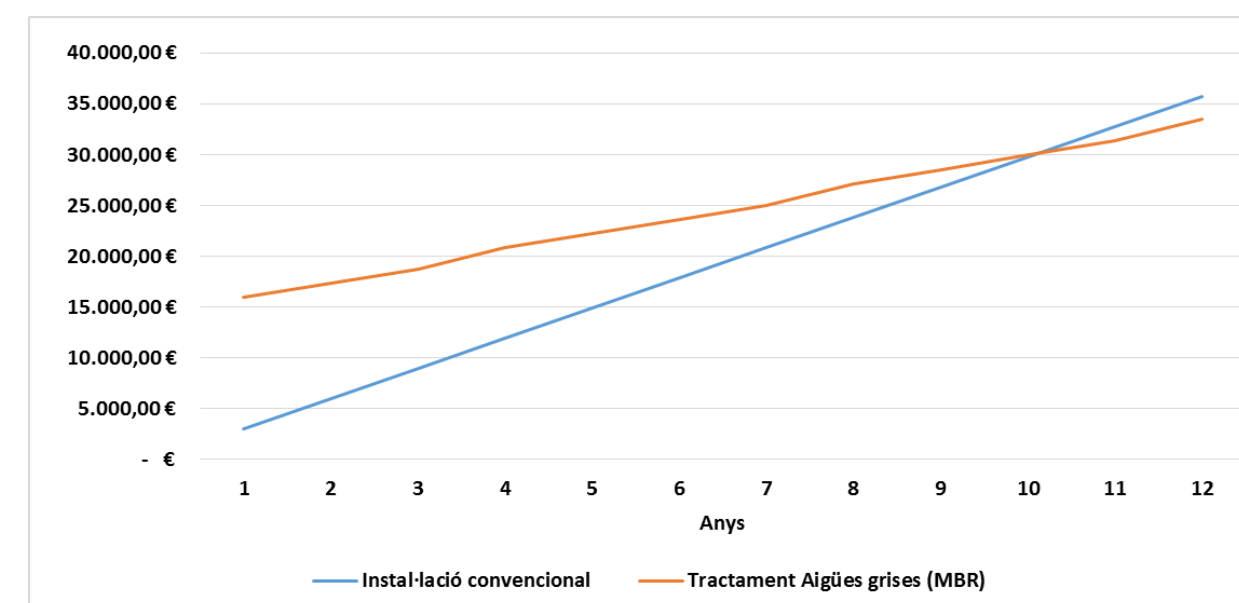


Figura 57. Rendibilitat dels sistemes d'aprofitament d'aigües grises. Simulació del període d'amortització d'un edifici amb 16 habitatges.

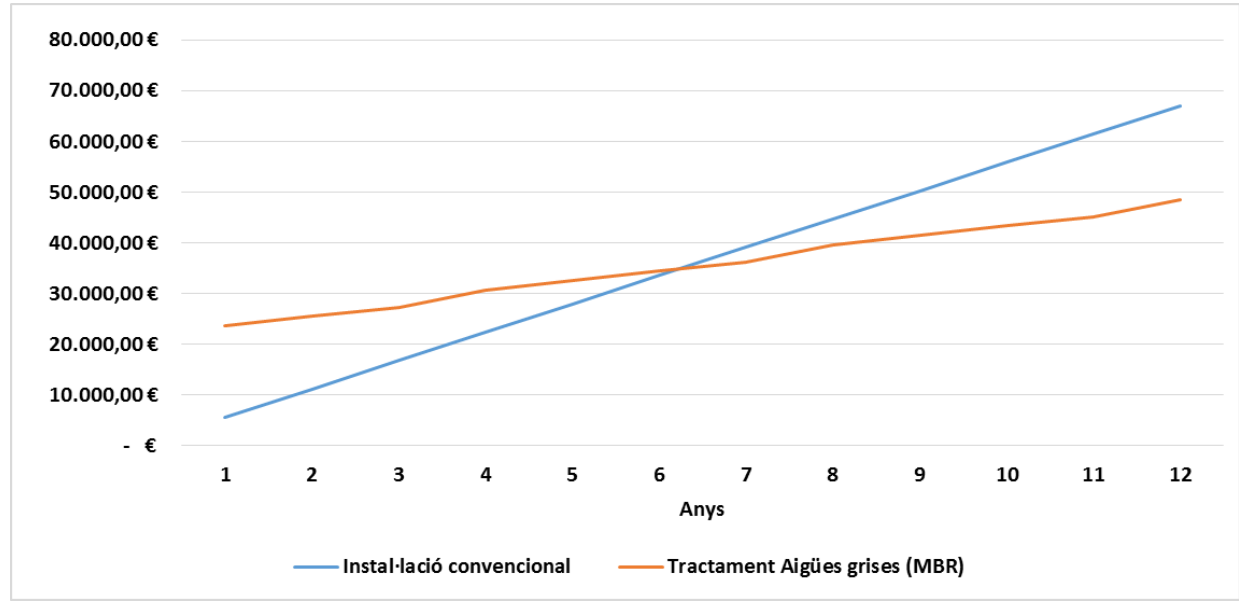


Figura 58. Rendibilitat dels sistemes d'aprofitament d'aigües grises. Simulació del període d'amortització d'un edifici amb 26 habitatges.

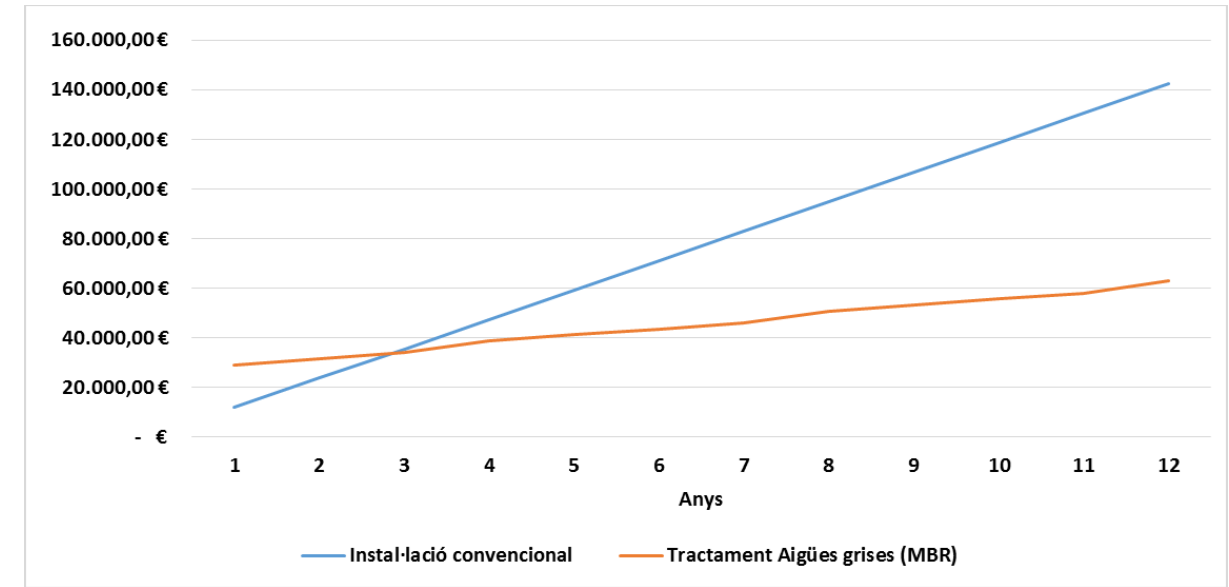


Figura 59. Rendibilitat dels sistemes d'aprofitament d'aigües grises. Simulació del període d'amortització d'un edifici amb 50 habitatges.

Tal i com es pot veure a les taules resum següents, per a un sistema que permeti el tractament de 3.000 L diaris d'aigües grises, els costos d'aprofitament de l'aigua grisa es troba al voltant dels 1,64 €/m³. Aquest cost es reduiria fins 1,09 €/m³ per a edificis que han de tractar fins 9.000 L/dia donat que el sistema dona servei a més habitatges.

	Volum<3000L	3000L<Volum<6000L	6000L<Volum<9000L
Inversió per edifici en funció del volum a tractar (es considera una vida útil de 40 anys)	300,00 €	450,00 €	550,00 €
Quota anual de manteniment	900,00 €	1.200,00 €	1.500,00 €
Cost anual substitució membranes (Substitució cada 4 anys)	187,50 €	375,00 €	562,50 €
Cost analític genèric anual	120,00 €	120,00 €	120,00 €
Cost energètic de depuració (No inclou consum energètic de grup de pressió)	287,44 €	574,88 €	862,31 €
Cost total anual per edifici	1.794,94 €	2.719,88 €	3.594,81 €
m³ anuals tractats	1.095	2.190	3.285
Cost anual per m³ d'aigua tractada	1,64 €	1,24 €	1,09 €

Taula 99. Costos d'amortització i manteniment dels sistemes d'aprofitament d'aigües grises en funció dels mòduls de tractament tipus MBR a instal·lar

	8 hab.	16 hab.	26 hab.	50 hab.
Cost d'inversió per habitatge	1.500 €	750 €	692 €	440 €
Cost anual de manteniment per habitatge*	186,87 €	93,43 €	87,30 €	60,90€
Període d'amortització (anys)	>12 anys	10 anys	6 anys	3 anys
Estalvi d'aigua anual per edifici	249 m³	498 m³	809 m³	1.556 m³
Estalvi econòmic anual per edifici per reducció de consum d'aigua potable	881 €	2.973 €	5.589 €	11.866 €

*Els costos de manteniment inclouen un quota anual de manteniment, la substitució de membranes cada 4 anys, el cost anual de control analític i cost energètic de depuració de l'aigua.

Taula 100. Resum de l'anàlisi de costos d'inversió, explotació i amortització del sistemes d'aprofitament d'aigües grises i dels beneficis obtinguts.

17.4.LÍNIA D'ACCIÓ 4. SISTEMES D'APROFITAMENT D'AIGÜES PLUVIALS DE COBERTA

17.4.1. Consideracions generals

Tot i que existeixen ordenances sobre l'aprofitament de les aigües pluvials de coberta a d'altres ciutats similars a nivell urbanístic a Barcelona, no es disposa d'informació general i contrastada d'anàlisis de costos segons les característiques d'aquests sistemes.

A nivell municipal, a la ciutat de Barcelona, existeixen alguns exemples d'aprofitament d'aigües pluvials de coberta, i és a partir de la pròpia experiència que es fa una anàlisi de costos. Així, després d'avaluar les experiències de les que es disposa d'informació, es decideix analitzar amb detall una de les més representatives per fer un estudi de costos. Es tracta del sistema d'aprofitament d'aigües pluvials del centre cívic Joan Oliver - Pere Quart, al districte de Les Corts, per al reg del mur verd del mateix centre cívic, el qual es rega majoritàriament amb aigua de pluja recollida a la coberta de l'edifici.

D'altra banda, és significatiu també conèixer com caldria implantar un sistema d'aprofitament d'aigües pluvials de coberta en un edifici de nova planta. En aquest cas, es reduirien considerablement els costos d'inversió, i per tant, els d'amortització. És per això que també s'inclou en aquesta línia d'acció certs condicionants de tipus general i una valoració del cost del recurs.

17.4.2. Disponibilitat del recurs

En el cas del centre cívic de Joan Oliver, i en base a l'estudi inclòs al projecte de la infraestructura, l'aigua de pluja aporta fins un 80% del recurs necessari, és a dir, satisfà fins un 80% les necessitats d'aigua per al reg del mur verd. El 20% restant és aigua potable.

D'acord amb la vegetació projectada, són necessaris uns 442 m³ anuals d'aigua per al reg. D'aquests, se n'obtenen 352 de l'aigua de pluja recollida a la coberta. Així, la distribució segons l'origen del recurs és la següent:

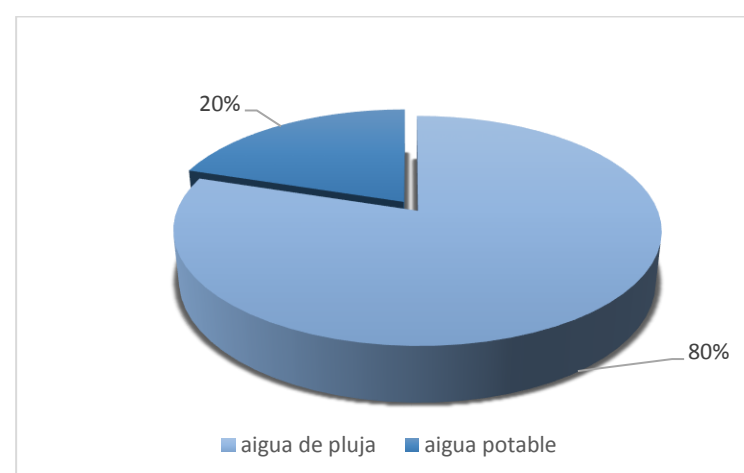


Figura 60 Proporció d'aigua potable vs aigua de pluja per al reg del mur verd

En un cas general, cal establir quines són les necessitats d'aigua del mur o superfície verda a regar. La part de coberta aprofitable per a obtenció del recurs és la que ens determinarà quanta aigua de pluja podem obtenir.

17.4.3. Esquema de funcionament del sistema dissenyat

El sistema dissenyat consta d'una arqueta amb un filtre mecànic a la que hi arriben les aigües recollides a la coberta, un dipòsit de 35 m³ en el que s'hi instal·la un bombament que porta l'aigua cap al sistema de reg per degoteig. En el cas del centre cívic de Joan Oliver, un 80 % de l'aigua que s'estima necessària per al reg dels murs verds prové de la pluja, la resta d'una escomesa d'aigua potable. És per això que el sistema consta d'un sensor de nivell de l'aigua que hi ha en el dipòsit, de manera que si el nivell en aquest és inferior a 30 cm, l'aigua que es farà servir serà potable i, en cas que el nivell estigui per sobre d'aquest llindar, es faria servir l'aigua de pluja acumulada en el dipòsit.

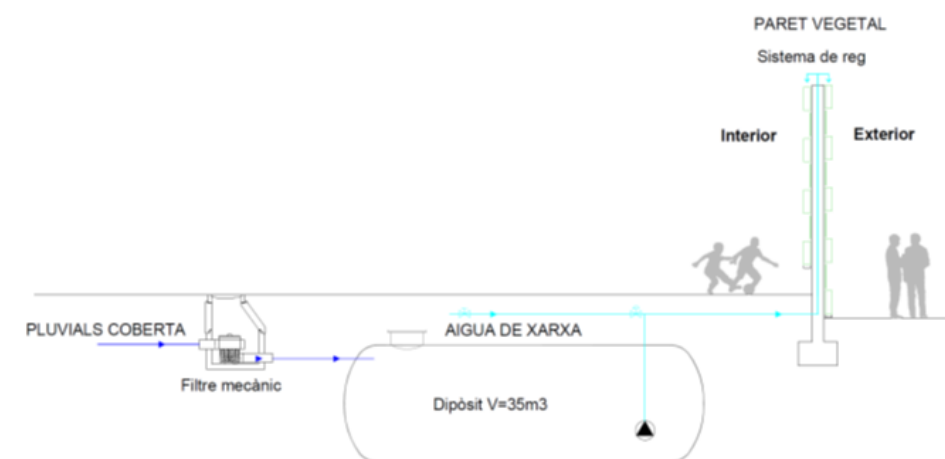


Figura 61. Esquema de funcionament del mur verd de Joan Oliver

Aquest esquema de funcionament pot ser vàlid per a un edifici de nova planta, incorporant els següents elements: recollida de pluvials de coberta, filtre mecànic, dipòsit, bombament per regar la superfície verda, és interessant també considerar l'opció d'omplir el dipòsit amb aigua potable (no només per manca de recurs, sinó per possibles tasques de manteniment del sistema d'aprofitament de les aigües de coberta). En un edifici de nova planta, es pot preveure la col·locació del dipòsit a l'interior de l'edifici, en una sala d'instal·lacions, de manera que els costos de construcció del sistema baixen considerablement, en comparació als costos de construcció del dipòsit a carrer en el cas de Joan Oliver.

17.4.4. Anàlisi de costos d'inversió, explotació i amortització del sistema d'aprofitament d'aigües pluvials de coberta en el centre cívic de Joan Oliver -"Pere Quart"

Per a fer l'estudi del cost d'aprofitament de l'aigua de pluja recollida a la coberta s'han considerat els següents factors de cost: manteniment, desinfecció, analítiques, amortització i consums energètics. Els costos de personal s'han repercutit en la resta de costos, no estan desglossats. No s'han tingut en compte costos de cloració ja que es preveu que el reg sigui per degoteig.

S'ha partit de les dades considerades al projecte constructiu d'aquesta infraestructura i als requisits que es va considerar des de BCASA que calia tenir en compte per a fer un correcte seguiment del sistema i poder fer una correcta explotació. Analitzem tot seguit els diferents factors de cost i com s'han calculat:

Costos de manteniment:

S'ha estimat una jornada de tècnic anual, que serien uns 200 € anuals.

Consums energètics:

En aquest cas, s'aprofita l'estudi fet en la redacció del projecte d'execució del mur verd, on s'estima un consum anual de 168 KWh. Això representen 31 € anuals de cost.

Neteja i desinfecció:

S'ha estimat una neteja i desinfecció del dipòsit cada 5 anys, amb un cost aproximat de 700 €. Per tant, s'ha repercutit la part proporcional d'aquest cost de forma anual.

Amortitzacions:

Cal conèixer quina serà la vida útil de la infraestructura i quina és la inversió realitzada per tal de poder repercutir la inversió al llarg dels anys de vida útil de la instal·lació. En aquest cas, s'ha seguit el mateix raonament que en el cas de l'aigua freàtica. En base al pressupost del projecte d'execució del mur verd del centre cívic de Joan Oliver, s'ha vist que la relació entre obra civil i instal·lacions és de 2/3 a 1/3. Així doncs, tenint en compte que s'estima una vida útil de les instal·lacions de 20 anys i una vida útil de 50 anys de l'obra civil, obtenim un valor de la vida útil "ponderat" de 40 anys, que és el valor que s'ha fet servir per repercutir altres costos.

Avaluació de riscos:

En tractar-se d'un tipus d'instal·lació de la que no es disposa de suficient experiència, es considera adient fer una caracterització de la instal·lació el primer any incloent un anàlisi de risc. Per conèixer quin és el valor anual d'aquest factor de cost s'ha calculat quin és el cost mitjà de fer una primera avaluació de riscos el primer any i una revisió de l'avaluació de riscos un cop cada cinc anys (la mateixa freqüència amb què es farà la neteja i desinfecció del dipòsit). Tenint en compte que s'estimen 40 anys de vida útil de la infraestructura i que el primer any caldria fer una caracterització de la instal·lació i un primer anàlisi de risc per 250 € mentre que la resta d'anys es faria una revisió de l'avaluació de riscos cada cinc anys per un import de 150 €, la repercussió anual d'aquest factor de cost seria de 32,50 € anuals.

Neteja i desinfecció

Es preveu una desinfecció i neteja del dipòsit una vegada cada cinc anys que, repercutit en els 40 anys de vida útil de la infraestructura, representa un cost de 140 €/anuals.

A la Taula següent s'exposa un resum dels costos totals associats a aquest sistema, del percentatge que representa cada factor de cost respecte el total i de la seva repercussió en €/m³ de recurs utilitzat.

FACTOR COST	COST TOTAL (€)	PERCENTATGE COST TOTAL	REPERCUSSIÓ (€/m³)
manteniment	200,00	15,67%	0,57
consums energètics	30,91	2,42%	0,09
neteja i desinfecció	140,00	10,97%	0,40
avaluació riscos	32,50	2,55%	0,09
amortitzacions	872,56	68,38%	2,48
totals	1.275,97	100,00%	3,62

Taula 101 Factors de cost per aigua de coberta en edifici existent

A la Figura 62 es representen els percentatges corresponents a cada factor de cost de la taula anterior.

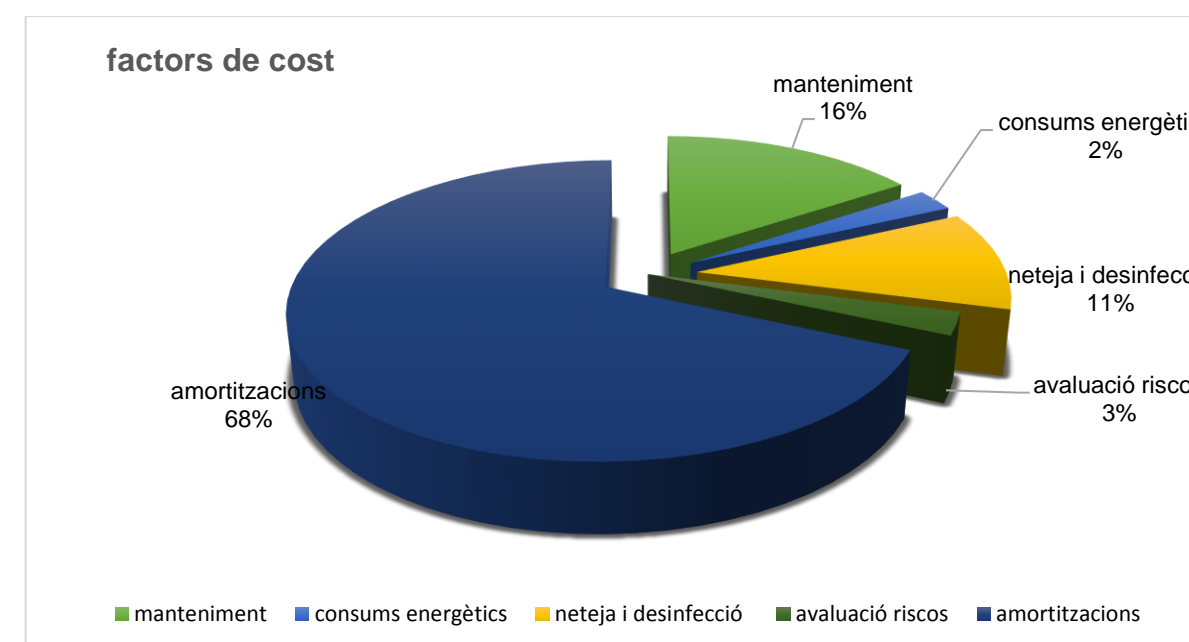


Figura 62. Percentatges de cada factor de cost per a l'aprofitament de les aigües pluvials de coberta

D'acord amb el gràfic, veiem que el factor de cost més important és l'amortització de la inversió. Igual que en el cas de l'aigua regenerada, el cost d'amortització disminueix conforme augmenta el volum del recurs utilitzat, per tant, per a un ús amb poc consum, com seria aquest cas, que estem de l'ordre dels 380 m³ anuals, els costos d'inversió acaben tenint un pes considerable.

Cal tenir en compte que la mida del dipòsit es calcula tenint en compte les necessitats hídriques de la vegetació (consum diari) i el màxim de dies sense ploure que hi podria haver en una sèrie d'anys. Cal tenir en compte també que cal buscar un equilibri entre la mida del dipòsit i el recurs disponible, que serà funció de la superfície i característiques de la coberta. I, per tant, no té sentit preveure un dipòsit insuficient que deixi perdre gran part del recurs com tampoc té sentit fer un dipòsit excessivament gran, que no s'arribi a omplir només que en dues o tres pluges a l'any.

D'acord amb el document de "Consideracions tècniques per la implementació de sistemes d'aprofitament d'aigües pluvials per al reg de murs verds i jardins verticals" redactat per

l'Ajuntament de Barcelona i BCASA, la mida òptima d'un dipòsit de pluvials de coberta per a cobertes grans (de més de 700 m²) estaria al voltant dels 30 m³. Aquest volum encaixa amb el cas del mur verd de Joan Oliver, que es considera prou representatiu. En qualsevol cas, el volum òptim del dipòsit dependrà en cada cas de la superfície de la coberta i de la demanda prevista a satisfer.

Per a poder estimar el cost global d'amortització i explotació per m³ de recurs obtingut, s'han aplicat els costos de manteniment obtinguts en el cas particular estudiat anteriorment, adaptant els costos d'inversió, proporcionals al volum estimat del dipòsit. A la Taula 102 s'exposen els resultats obtinguts per als diferents casos estudiats

cas d'edifici de nova planta i/o en reformes integrals, amb un canvi significatiu del cost tant en la inversió com en el cost de l'aigua per m³, ja que en el segon supòsit els costos d'amortització quedarien reduïts considerablement i s'obtidrien costos del recurs molt més baixos. A la taula següent s'inclou l'anàlisi de Es consideren tres casos, per a diferents superfícies de coberta.

	COBERTES de + 700 m ²			COBERTES de 400 a 700 m ²			COBERTES DE 200 a 400 m ²		
FACTOR COST	COST (€/any)	% COST TOTAL	COST (€/m ³)	COST (€/any)	% COST TOTAL	COST (€/m ³)	COST (€/any)	% COST TOTAL	COST (€/m ³)
manteniment	200,00	24,25%	0,57	200,00	26,32%	0,91	200,00	29,46%	1,82
consums energètics	30,91	3,75%	0,09	30,91	4,07%	0,14	30,91	4,55%	0,28
neteja i desinfecció	140,00	16,98%	0,40	140,00	18,43%	0,64	140,00	20,62%	1,28
avaluació riscos	32,50	3,94%	0,09	32,50	4,28%	0,15	32,50	4,79%	0,30
amortitzacions	421,17	51,08%	1,20	356,38	46,90%	1,62	275,38	40,57%	2,51
totals	824,58	100,00%	2,34	759,79	100,00%	3,45	678,79	100,00%	6,18

Taula 102 Factors de cost per aigua de coberta en edifici nou, per superfície

Resumint, els valors obtinguts són:

- Cost inversió (dipòsit, canonades, i tots els elements associats):
 - En edifici ja construït: 1.110 €/m³ de dipòsit (la inversió contempla, a banda de les instal·lacions, l'obra civil necessària per a la construcció del dipòsit soterrat en vorera, incloent la reposició del paviment, PEC amb IVA inclòs)
 - En edifici de nova construcció: 535 €/m³ de dipòsit (la inversió contempla les instal·lacions necessàries i el dipòsit, entenent que aquest s'ubica en el propi edifici, ja sigui en una sala d'instal·lacions com en l'aparcament de l'edifici)
- Cost de l'aigua (inclou amortització de la inversió, manteniment de la instal·lació i analítiques):

- En edifici ja construït, amb coberta superior a 700 m²: 3,62 €/m³ d'aigua
- En edifici de nova construcció, amb coberta superior a 700 m²: 2,34 €/m³ d'aigua

Per últim, esmentar que malgrat els costos econòmics, els beneficis ambientals dels sistemes d'aprofitament d'aigües pluvials de coberta, són importants en quant a l'estalvi d'aigua potable, aspecte que cal tenir en compte alhora de plantejar la implantació d'aquests sistemes.

17.5.LÍNIA D'ACCIÓ 5. SISTEMES D'APROFITAMENT D'AIGÜES PLUVIALS DE CAPÇALERA

17.5.1. Consideracions generals

Les actuacions proposades a la Línia d'Acció 5 consisteixen en la implantació de dipòsits de retenció d'aigües pluvials a les lleres dels torrents de Collserola, concretament en aquells que tenen una major conca vessant associada, on es preveu que el volum recollit sigui més gran. Tal com s'indica a la descripció de la línia d'acció, el pla preveu la construcció d'un total de 10 dipòsits d'acumulació, amb un volum total de 60.600 m³.

Per a la realització de l'anàlisi de costos d'explotació i amortització d'aquests dipòsits, donat que en l'actualitat la ciutat no disposa d'infraestructures d'aquest tipus en servei, s'han adoptat les següents consideracions:

- L'import d'execució de l'obra civil dels dipòsits d'acumulació d'aigües pluvials s'ha calculat aplicant els preus unitaris utilitzats per al càlcul de l'execució de l'obra civil dels dipòsits de regulació de la xarxa de clavegueram, ja que pel seu volum s'assimilen més a aquests que als dipòsits d'acumulació d'aigua freàtica, que són de volum menor.
- Les despeses d'explotació i amortització dels dipòsits s'han estimat seguint els criteris establerts en l'explotació i amortització de la xarxa d'aigua freàtica.

17.5.2. Valoració econòmica de les actuacions planificades d'aprofitament de les aigües pluvials de capçalera

Tal com s'exposa en l'apartat 14 del present document, les actuacions planificades en la Línia d'Acció 5 consisteixen en la construcció de dipòsits de retenció d'aigües pluvials a la capçalera dels torrents de Collserola, abans que aquesta aigua entri a la xarxa de clavegueram.

El recurs d'aigua pluvial és un recurs variable, lligat al règim de pluges del clima mediterrani que tenim a la ciutat. Per tant, per obtenir una màxima rendibilitat de la inversió associada a la construcció i explotació d'aquests dipòsits, aquests es plantegen com a reversibles, és a dir, que es puguin abastir directament de l'aigua de pluja o bé de la xarxa d'aprofitament d'aigua freàtica, concretament del sistema Ronda de Dalt.

L'aprofitament de l'aigua pluvial d'aquests dipòsits s'entén com un recurs de proximitat, és a dir, que es planteja com un recurs pensat per abastir possibles usos situats a l'entorn d'aquests dipòsits, com ara el reg d'espais verds, horts urbans, etc.

A continuació s'exposen els preus unitaris utilitzats per a l'estimació de la inversió associada a la construcció dels dipòsits de retenció de pluvials en capçalera:

- Obra civil: 400 €/m³.
- Instal·lacions electromecàniques: 40.000 €.
- Instal·lacions de telecontrol: 15.000 €.
- Instal·lacions de tractament i desinfecció: 25.000 €.

A partir d'aquests preus unitaris es pot realitzar una estimació de la inversió necessària per a la construcció d'aquests dipòsits. A la Taula 103 s'exposa la valoració econòmica corresponent als costos d'inversió associats a la construcció dels dipòsits de retenció d'aigües pluvials proposats obtinguts de l'aplicació dels preus unitaris estimats per a cadascun dels dipòsits proposats.

CODI	NOM TORRENT	VOLUM DIPÒSIT (m ³)	IMPORT
33	Torrent de Can MasDeu	10.500	4.280.000
24	Torrent de Can Borrell	10.100	4.120.000
43	Torrent de la font del Bacallà	8.500	3.480.000
22	Torrent de Cal Notari	9.000	3.680.000
49	Torrent de la Font d'en Magués	6.000	2.480.000
19-20-21	Torrent de Bellesguard	4.700	1.960.000
46-47	Torrent de la Font de Bou	4.000	1.680.000
62	Torrent de l'Infern	3.300	1.400.000
54	Torrent de la Font del Mont	2.000	880.000
77-78	Torrent de Sant Genís	2.500	1.080.000
TOTAL		60.600	25.040.000

Taula 103. Estimació de costos d'inversió dels dipòsits de pluvials de capçalera

17.5.3. Anàlisi de costos d'explotació i amortització del sistema d'aprofitament d'aigües pluvials de capçalera

Donat que actualment aquests tipus de sistemes d'aprofitament no existeixen a la ciutat, per a l'estimació dels costos d'explotació i amortització d'aquests s'ha seguit la mateixa metodologia de càlcul que per l'anàlisi de costos de l'aigua freàtica. Per tant, s'ha suposat que:

- El període d'amortització dels sistemes considerat és de 47 anys. La inversió total prevista és de 25,04 M€, i el volum aprofitable total és de 218.044 m³/any. Considerant que l'import a amortitzar correspon al 90% de la inversió, s'obté que la despesa mitjana d'amortització anual és de **2,19 €/m³**.
- Els costos d'explotació d'aquests sistemes d'aprofitament s'han estimat a partir dels factors de cost obtinguts per a l'explotació de la xarxa d'aigua freàtica, ja que les tasques de neteja, manteniment i desinfecció d'aquests són similars als dels dipòsits d'aigua freàtica. Els consums energètics es consideren inferiors ja que aquests sistemes estan concebuts per a subministrar l'aigua per gravetat, per tant el factor de cost energètic és sensiblement inferior. Aquests són:

FACTORS DE COST	cost (€/m ³)
Personal (directes i indirectes)	0,343
Subministraments i manteniment	0,109
Consums energètics	0,046
Cloració	0,025
Desinfecció	0,019
Analítiques	0,093
TOTAL	0,635

Taula 104. Estimació factors de cost d'explotació dels dipòsits d'aigües pluvials de capçalera

Aplicant els factors de cost corresponents a l'explotació i a l'amortització dels sistemes, s'obté que el cost estimat per a l'aprofitament de l'aigua pluvial de capçalera és de **2,83 €/m³/any**.

De l'anàlisi realitzat s'extreu a priori que el cost de l'aprofitament de les aigües pluvials de capçalera és molt superior al cost de l'aprofitament de l'aigua freàtica, no obstant cal tenir en compte altres beneficis que genera l'aprofitament d'aquest recurs, que ja s'han anomenat anteriorment:

- L'aigua pluvial que es capta a la capçalera dels torrents és aigua que no entra al sistema de clavegueram unitari, i per tant és aigua que no s'ha de depurar, o bé que no arriba al medi receptor. Per tant, al cost directe obtingut se li hauria de deduir el cost de depuració d'aquesta aigua, que no és menyspreable.
- Els sediments que entren a la xarxa de clavegueram a través dels fossars de captació dels torrents de Collserola poden produir problemes a la xarxa de clavegueram. L'arrossegament dels sediments produeix problemes d'erosió de la xarxa, i possibles obturacions o males olors per acumulació de sediments en els punts de baix pendent de la xarxa. La retenció dels sediments que arrossega l'aigua en capçalera redueix els costos derivats de la gestió de residus de la xarxa de clavegueram.
- El volum d'aigua que entra a la xarxa pels fossars de captació dels torrents en episodis de pluja intensos és important, i pot arribar a produir insuficiències de capacitat de la xarxa de clavegueram en alguns punts crítics aigües avall dels punts d'entrada d'aquests torrents. La retenció d'aquest volum d'aigua en capçalera redueix el cabal punta que entra a la xarxa de clavegueram, i per tant millora el funcionament i la capacitat de desguàs de la xarxa a la conca aigües avall dels punts de captació.

17.6.LÍNIA D'ACCIÓ 6. SISTEMES URBANS DE DRENATGE SOSTENIBLE (SUDS)

17.6.1. Consideracions generals

En l'Estudi d'Implantació de Sistemes Urbans de Drenatge Sostenible desenvolupat en el marc del present Pla, s'ha realitzat una anàlisi econòmica que inclou una estimació de costos d'inversió, de manteniment, de gestió de residus, formació, etc. S'inclou també un anàlisi cost-beneficis de la implantació de SUDS a escala de ciutat.

Les dades de partida emprades per a la realització d'aquest estudi s'han extret d'estudis realitzats a nivell internacional, ja que a la ciutat de Barcelona no es disposa de dades suficients per a la realització d'aquest estudi econòmic. Per tant els resultats obtinguts són una primera estimació realitzada a partir de bibliografia, que caldrà en un futur contrastar i completar amb les experiències dels SUDS que es vagin desenvolupant a la ciutat.

Als següents apartats s'exposen els criteris seguit i els resultats obtinguts d'aquests estudis.

17.6.2. Valoració econòmica de la implantació dels SUDS

En aquest apartat s'analitzen les despeses associades a la construcció dels diferents tipus de SUDS proposats en l'estudi. Aquests són:

- Parterres inundables, per la gestió de les aigües pluvials de voreres
- Franges de bioretenció, per la gestió de les aigües pluvials de calçada

El cost associat a la construcció d'aquestes s'ha estimat aplicant a les diferents unitats d'obra que conformen cada tipologia de SUDS, els preus unitaris extrets del banc de preus BEDEC 2016 del ITEC. A l'Annex 5 s'exposen les unitats d'obra considerades en cada cas i la metodologia de càlcul que s'ha seguit. Els costos estimatius d'execució material, obtinguts de construcció de les tipologies de SUDS considerades per m² són els següents:

- Parterres inundables: 115 €/m² en voreres i 45 €/m² en parcs (s'estima un 40% del cost per no haver de demolir paviments).
- Franges de bioretenció: 186 €/m².

A partir d'aquestes ràtios, a la Taula 105 s'indica el cost estimatiu de construcció dels SUDS proposats en la Línia d'Acció 6 del Pla.

TIPUS DE GESTIÓ	TIPOLOGIA DE SUDS	A SUDS TOTAL (m ²)	COST (€/m ²)	COST (M€)
SENSE VIARI	parterres inundables	947.451	115	109
AMB VIARI	franges de bioretenció	1.421.867	186	264
SUPERILLES	franges de bioretenció	2.828.896	186	526
PARCS	parterres inundables	585.920	45	26

Taula 105. Estimació de costos de construcció dels SUDS a la ciutat

17.6.3. Anàlisi de costos d'explotació i manteniment dels SUDS

En el present apartat es fa una síntesi dels criteris aplicats, els càlculs realitzats i els resultats obtinguts en l'anàlisi de costos d'explotació i manteniment dels SUDS realitzat en l'estudi que s'inclou a l'Annex 5. Per al repartiment de costos anuals, es fixa una vida útil dels SUDS de 20 anys, període a partir del qual es considera que els SUDS poden perdre la seva funció de filtració i descontaminació, per acumulació de fins i contaminants en el propi SUDS. Les actuacions a realitzar al llarg de la vida útil dels SUDS, que poden tenir freqüències diferents en funció de la tasca a realitzar, es reparteixen uniformement al llarg de la vida útil dels SUDS, per poder obtenir un cost anual mitjà per superfície de SUDS.

Els aspectes considerats són els següents:

- Despeses de manteniment: inclouen el manteniment de la vegetació, reparació de l'erosió, rehabilitació de superfícies d'infiltració, anivellació de superfícies irregulars i manteniment de sobreexidors.
- Despeses de gestió de residus: es considera que, al final de la seva vida útil, el paquet de terres que forma el SUDS (que inclou terra vegetal i el substrat granular que afavoreix la infiltració) s'ha de retirar i portar a abocador. Es considera una taxa d'abocament de residus contaminats de 200 €/m³. Aquest cost s'aplica a les franges de bioretenció, que reben una major càrrega contaminant que els parterres inundables. Es considera un gruix de 80 cm de la capa de terres que caldria retirar i portar a abocador. Per als parterres inundable s'aplica un cost de 30 €/m², corresponent al cànon d'abocament de terres i residus inerts.
- Despeses de formació: donat que els SUDS són tècniques noves, es considera apropiat que els operaris que hagin de realitzar tant la construcció com el manteniment d'aquests comptin amb un curs de formació per a poder dur a terme aquestes tasques correctament. S'estimen els següents costos de formació:
 - 36 €/m² per a formació en instal·lació de SUDS. Es considera que es realitza un sol cop, i que el cost es repercuteix al llarg dels 20 anys de la vida útil dels SUDS.
 - 0,29 €/m²/any per a formació en manteniment de SUDS (calculat per una vida útil de 20 anys).

A la Taula 106 s'exposen els costos d'explotació dels SUDS obtinguts en base als criteris exposats anteriorment.

TIPUS DE GESTIÓ	TIPOLOGIA DE SUDS	A SUDS TOTAL (m ²)	MANTENIMENT (€/m ² /any)	GESTIÓ RESIDUS (€/m ² /any)	FORMACIÓ (€/m ² /any)	COST TOTAL (M€/any)
SENSE VIARI	parterres inundables	947.451	3,13	1,2	2,09	6,1
AMB VIARI	franges de bioretenció	1.421.867	5,43	8	2,09	22,1
SUPERILLES	franges de bioretenció	2.828.896	5,43	8	2,09	43,9
PARCS	parterres inundables	585.920	3,13	1,2	2,09	3,8

Taula 106. Estimació de costos de manteniment dels SUDS a la ciutat

A la Taula 107 s'exposa l'estimació del cost global per m³ d'aigua gestionada pels SUDS, tenint en compte el cost d'amortització de la inversió, i el cost de manteniment anual exposat anteriorment.

TIPUS DE GESTIÓ	A SUDS TOTAL (m ²)	V gestionat (m ³)	cost inversió (€/m ²)	cost manteniment (€/m ²)	amortització (€/m ²)	cost total (€/m ³ gestionat)
SENSE VIARI	947.451	2.622.006	115	6,42	5,75	4,40
AMB VIARI	1.421.867	5.766.117	186	15,52	9,30	6,12
SUPERILLES	2.828.896	5.876.299	186	15,52	9,30	11,95
PARCS	585.920	2.987.737	115	6,42	5,75	2,39

Taula 107. Estimació de costos globals d'amortització i manteniment dels SUDS en funció del volum gestionat

17.6.4. Balanç cost – benefici de la implantació de SUDS a la ciutat

En aquest apartat s'exposen els criteris establerts i els resultats obtinguts de l'anàlisi cost-benefici realitzat en l'estudi d'implantació de SUDS a la ciutat inclòs a l'Annex 5 del present document.

Aquest anàlisi consisteix en realitzar una comparativa entre les despeses d'inversió, explotació i gestió de residus analitzades a l'apartat anterior; i els beneficis econòmics i ambientals que suposa per a la ciutat la implantació de SUDS a l'espai públic. La quantificació dels beneficis ambientals s'ha realitzat a partir de dades bibliogràfiques extretes d'estudis desenvolupats a altres ciutats del món, on la implantació dels SUDS té un recorregut molt més ampli que a la ciutat de Barcelona. Els aspectes considerats en aquest balanç són els següents:

- Estalvi en costos de depuració d'aigua. Amb la implantació de SUDS es redueix el volum d'aigua que arriba a la depuradora en episodis de pluja, ja que bona part de les aigües d'escorrentiu urbà són captades pels SUDS i no entren a la xarxa de clavegueram. El cost de depuració d'aigües residuals a les EDARS de l'Àrea metropolitana de Barcelona s'ha estimat en **0,45 €/m³**, en base a l'import del cànon de l'aigua (a falta de més dades).
- Estalvi d'energia. La implantació de SUDS implica un augment significatiu del verd a la ciutat. L'augment de la vegetació mitiga l'efecte illa de calor a la ciutat, gràcies a l'augment de les zones d'ombra i a la reducció de l'evapotranspiració que es produeix a les zones permeables respecte de les pavimentades. Estudis desenvolupats en altres ciutats estableixen que l'existència de zones permeables amb vegetació a la ciutat poden aconseguir una reducció de temperatura de fins a 0,7°C. En aquest cas, la ràtio considerada és de **0,514 €/m²/any**, extreta del *Pla d'Infraestructura Verda* realitzat a la ciutat de Nova York l'any 2010.
- Reducció d'emissions de CO₂. Com ja s'ha dit anteriorment, l'augment del verd mitiga l'efecte illa de calor, i això es tradueix en una reducció en la despesa d'energia i per tant de les emissions de CO₂ produïdes a les centrals elèctriques. Aquest estalvi es quantifica en **0,014 €/m²/any**, extret de l'estudi citat anteriorment.

- Millora de la qualitat de l'aire. L'augment del verd millora la qualitat de l'aire, ja que la vegetació absorbeix el CO₂ i contribueix a la reducció de l'efecte hivernacle. Aquesta millora es quantifica en un benefici de **0,097 €/m²/any**.
- Augment del valor de la propietat. L'increment del verd suposa una millora de la qualitat de vida de l'entorn, i per tant es considera que els habitatges propers a zones verdes estan més ben valorats que la resta. Per tant, es considera que la implantació de SUDS implica un augment del valor de la propietat que es quantifica en dit estudi en **0,969 €/m²/any**.
- Disminució de la mortalitat per les onades de calor. La reducció de la temperatura a la ciutat i la mitigació de l'efecte illa de calor que s'aconsegueix amb la implantació de SUDS es tradueix també en la reducció de la mortalitat per les onades de calor. Per a quantificar aquest benefici, s'ha adoptat la ràtio obtinguda d'un estudi realitzat a Washington sobre els beneficis de les cobertes vegetades, que equival a **4,69 €/m²/any**.
- Creació de llocs de treball. La construcció i el manteniment dels SUDS comporten la creació de llocs de treball de diferents graus de qualificació, des de titulació universitària, formació professional o secundària. Els beneficis en aquest aspecte dependran de la vida útil dels SUDS, de la tipologia d'aquestes, i dels criteris de partida considerats. En aquest cas, es quantifica el benefici obtingut considerant l'estalvi pel govern que implica la contractació de persones en situació d'atur. S'adopten els valors obtinguts d'estudis realitzats als USA, que equivalen a:
 - 84 €/m² associats a la construcció dels SUDS
 - 0,67 €/m²/any associats al manteniment dels SUDS

A partir dels valors exposats anteriorment, es realitza el balanç cost-benefici de la implantació de SUDS a la ciutat, amb els següents criteris:

- Es considera una vida útil dels SUDS de 20 anys.
- Es considera una amortització lineal al llarg de la vida útil dels SUDS. Per tant els costos inicials de construcció i finals de gestió de residus es reparteixen uniformement en 20 anys.

A la taula següent es presenten els resultats obtinguts de l'aplicació de les ràtios exposades anteriorment a nivell ciutat, per a les diferents tipologies de SUDS i els escenaris de gestió proposats.

COSTOS	COST UNITARI	TIPUS DE GESTIÓ			
		SENSE VIARI	AMB VIARI	SUPERILLES	PARCS
construcció (M€/any)		5,4	13,2	26,3	1,3
explotació (M€/any)		6,1	22,1	43,9	3,8
TOTAL COSTOS (M€/any)		11,5	35,3	70,2	5,1
Depuració aigua	0,45	1,2	2,6	2,6	1,3
estalvi energètic	0,514	0,5	0,7	1,5	0,3
reducció CO2	0,014	0,0	0,0	0,0	0,0
millora qualitat aire	0,097	0,1	0,1	0,3	0,1
Augm. valor propietat	0,969	0,9	1,4	2,7	0,6
disminució mortalitat	4,69	4,4	6,7	13,3	2,7
creació llocs de treball	4,87	4,6	6,7	13,3	2,7
TOTAL BENEFICIS (M€/any)		11,7	18,2	33,7	7,8
COMPARATIVA COST - BENEFICI (M€/any)		0,2	-17,1	-36,5	2,7

Taula 108. Anàlisi Cost – Benefici de la implantació de SUDS a la ciutat

A la vista dels resultats obtinguts d'aquest anàlisi estimatiu, es pot concloure que la implantació de SUDS en voreres i en parcs és sostenible, tant des d'un punt de vista econòmic com social i ambiental. En canvi, en el cas dels SUDS que gestionen viari i en el cas de les superilles, tot i que el benefici ambiental és superior a l'obtingut amb la gestió únicament de les voreres, com que la despesa de la inversió inicial és molt més elevada, el balanç global és negatiu.

No obstant, cal considerar que, encara que l'esforç econòmic inicial és important, els beneficis obtinguts a mig i llarg termini són molt significatius.

17.7.MESURES DE CONTROL DE L'AQUÍFER

Tal com s'ha exposat a l'apartat 16.2.4 del present document, el Pla inclou la proposta d'ampliació de la xarxa de control de l'aquífer, consistents en la La ubicació els piezòmetres proposats s'ha realitzat segons els criteris següents:

- 13 nous piezòmetres connectats a una estació remota existent. El preu unitari estimat és de 13.000 €/unitat.
- 7 nous piezòmetres sense estació remota. El preu unitari estimat és de 10.000 €/unitat.
- 12 nous piezòmetres a la zona del Poble Nou amb sensor de conductivitat incorporat. El preu unitari estimat és de 20.000 €/unitat.

Els punts de mostreig proposats es corresponen amb els nous piezòmetres planificats, per tant no impliquen un cost associat propi addicional al del cost de construcció del propi piezòmetre.

Aplicant els preus unitaris indicats anteriorment, s'obté el cost total associat a la implantació d'aquests nous elements, estimat en 480.000 € (IVA inclòs).

17.8.RESUM DELS COSTOS D'INVERSIÓ, EXPLOTACIÓ I AMORTITZACIÓ DELS DIFERENTS SISTEMES D'APROFITAMENT DE RHA

A partir dels resultats obtinguts de l'anàlisi econòmic de la implantació de cadascuna de les Línies d'Acció del Pla, s'obtenen les ràtios econòmiques referents als costos d'inversió, amortització i explotació dels diferents recursos hídrics alternatius analitzats.

A la Taula 109 es resumeixen els principals resultats obtinguts, per poder fer una comparativa entre els costos derivats de les propostes d'aprofitament de recursos hídrics alternatius proposades en les diferents Línies d'Acció del Pla.

LÍNIES D'ACCIÓ	CONCEPTE	costos d'inversió	Volum gestionat (m³/any)	cost d'amortització + explotació (€/m³/any)
LA1. Aprofitament de l'aigua freàtica	Millora i ampliació dels sistemes existents	33,5 M€	711.877	1,98
	Implantació de nous sistemes	54,2 M€	749.718	2,47
LA2. Aprofitament de l'aigua regenerada	Nou sistema Marina Prat Vermell	5,5 M€	42.106	4,14
LA3. Aprofitament de les aigües grises	Implantació de sistemes en edificis 16 hab (mínim recomanat per la implantació)	12.000 €/edifici	498 (per edifici)	1,64
	Implantació de sistemes en edificis 26 hab (nombre mitjà d'habitatges per edifici a BCN)	18.000 €/edifici	809 (per edifici)	1,24
LA4. Aprofitament de les aigües pluvials de cobertes	Implantació de sistemes en cobertes de 200 a 400 m²	12.000 €/edifici	110 * (per coberta)	6,18
	Implantació de sistemes en cobertes de 400 a 700 m²	16.000 €/edifici	220* (per coberta)	3,45
	Implantació de sistemes en cobertes de + 700 m²	19.000 €/edifici	360* (per coberta)	2,34
LA5. Aprofitament de les aigües pluvials de capçalera	Implantació de dipòsits de retenció	25 M€	218.000	2,83
LA6. Aprofitament d'aigües pluvials a l'espai públic	Implantació de SUDS per a gestió d'aigua de voreres	109 M€	2.622.000	4,40
	Implantació de SUDS per a gestió d'aigua de voreres i calçades	264 M€	5.766.000	6,12
	Implantació de SUDS segons el model Superilles	526 M€	5.876.000	11,95
	Implantació de SUDS en parcs i jardins urbans	26 M€	2.987.000	2,39

*Valor mig

Taula 109. Resum dels costos d'amortització i inversió de cadascuna de les Línies d'Acció.

Els períodes d'amortització de les infraestructures considerats per a cada línia d'acció són els següents:

- 47 anys per a la xarxa d'aigua freàtica i regenerada, considerant l'amortització del 90% de la inversió.
- 40 anys pels sistemes d'aprofitament d'aigües grises i d'aigües pluvials de cobertes, considerant l'amortització del 90% de la inversió.
- 47 anys pels sistemes d'aprofitament d'aigües pluvials de capçalera, considerant l'amortització del 90% de la inversió.
- 20 anys per la implantació de SUDS a l'espai públic.

A partir dels resultats obtinguts, es pot concloure que, en l'àmbit públic, l'aigua freàtica que es pugui subministrar millorant i ampliant els sistemes existents és la més econòmica, front la implantació de nous sistemes i l'aigua regenerada, en les quals l'amortització de la inversió a realitzar fa augmentar considerablement el cost global per m³ (en el cas de l'aigua regenerada, cal afegir a més el preu de l'aigua que cal pagar a l'entitat subministradora).

A nivell d'edificacions, l'aprofitament de les aigües grises és més econòmic que l'aprofitament de les aigües pluvials, no obstant en cobertes de superfície elevada (+ 700 m²), les despeses globals són més ajustades ja que el recurs que s'obté és major i per tant disminueix el cost per m³.

L'aprofitament de les aigües pluvials dels torrents implica una major despesa que en l'aprofitament de l'aigua freàtica, però segons l'estimació realitzada, aquesta és menor que el cost de l'aigua regenerada.

En el cas dels SUDS, el cost de l'aigua gestionada no s'ha de comparar amb la resta de Línies d'Acció del Pla, ja que l'objectiu dels SUDS proposats és la infiltració de l'aigua al terreny, no la seva reutilització directa. En aquest cas, s'ha fet un anàlisi cost-benefici de la gestió de l'aigua en origen mitjançant SUDS (tenint en compte també aspectes socials i mediambientals), obtenint-se un resultat positiu en el cas de la gestió de l'aigua de les voreres.

18. MILLORA CONTÍNUA DEL PLA

L'anàlisi dels diferents recursos hídrics alternatius de què disposa la ciutat que s'ha realitzat en el present Pla incideix en les millores en els aprofitaments existents, com ara l'aigua freàtica, i obre noves vies d'aprofitament d'altres recursos de proximitat, presentades en les línies d'acció que s'han desenvolupat. Aquestes línies d'acció defineixen la potencialitat dels recursos existents, estableixen els criteris tècnics a tenir en compte en cada cas, i obren la porta a línies de treball a seguir en el futur de cara a impulsar l'aprofitament dels diferents recursos analitzats. En aquest sentit, a continuació s'exposen, a grans trets, les accions de millora contínua que caldrà realitzar amb posterioritat al tancament del Pla, en els diferents àmbits que s'han treballat.

18.1. ACCIONS DE MILLORA EN L'APROFITAMENT DELS RECURSOS DISPONIBLES

Els recursos hídrics alternatius disponibles analitzats en el present Pla estan subjectes a diversos factors, com ara el comportament i l'evolució de l'aqüífer, la climatologia en el cas de les aigües pluvials, la seva qualitat i la legislació vigent, que regeix els termes en els quals es podran aprofitar dits recursos. En la fase de redacció del Pla s'han posat de manifest diverses accions que es poden impulsar per una millora contínua del coneixement i caracterització dels recursos disponibles. Aquestes són:

- Realitzar campanyes analítiques per a la millora de la caracterització de la qualitat de les aigües pluvials de coberta, de les rieres de Collserola, i de les aigües d'escorrentiu urbà, donat que actualment es disposa de poc volum de dades.
- Realitzar proves de monitorització dels SUDS, amb l'objectiu de poder valorar empíricament la capacitat de gestió de l'aigua, tant des d'un punt de vista quantitatiu com qualitatiu, i poder estudiar el seu comportament al llarg del temps. Els resultats obtinguts serien una eina molt útil de cara a programar les actuacions de manteniment necessàries i d'estimar amb més fiabilitat la seva vida útil.
- Realitzar campanyes de presa de mostres dels esgotaments de TMB que tenen un cabal significatiu i susceptible de ser aprofitat, per valorar la viabilitat del seu aprofitament. Els esgotaments que no són aprofitats actualment s'aboquen a la xarxa de clavegueram.
- En el mateix sentit, seria interessant realitzar una campanya d'investigació, que no ha estat possible realitzar en la fase de redacció del present Pla, d'aquells pous o esgotaments subterranis permanents que, encara que són de propietat particular, donen una aigua de bona qualitat i en abundància. Aquest recurs es podria aprofitar mitjançant convenis o acords d'aprofitament d'acord amb els titulars dels pous o esgotaments.
- En el present Pla s'ha analitzat amb detall, des d'un punt de vista tècnic i econòmic, l'aprofitament dels diferents recursos hídrics disponibles. No obstant, aquesta anàlisi es pot millorar i actualitzar amb els dades que es van recopilant des de BCASA, amb la col·laboració dels diferents agents municipals i no municipals implicats.

- El present Pla contempla la utilització de l'aigua de mar com a un possible recurs alternatiu, no obstant aquesta via no s'ha desenvolupat com a línia d'acció del Pla. Per tant, es pot aprofundir en aquesta línia en el futur, mitjançant la recopilació de dades qualitatives, assessorament amb experts, etc. per estudiar la sostenibilitat tècnica i econòmica d'aquest recurs, entès com un recurs de proximitat (per a possibles usos propers a la línia de costa).

18.2. ACCIONS DE MILLORA EN LA GESTIÓ DE LA XARXA D'AIGUA FREÀTICA

18.3.

A banda de l'esforç realitzat en la present edició del Pla per integrar la xarxa en un GIS que permet realitzar modelitzacions hidràuliques de la xarxa existent, i de les accions de millora del funcionament i de la operativitat de la xarxa d'aprofitament d'aigua freàtica proposades a la Línia d'Acció 1, cal seguir treballant en aquest aspecte, donat que la xarxa d'aigua freàtica és una xarxa viva que va canviant al llarg del temps. A grans trets, caldrà seguir treballant en els següents aspectes:

- Realitzar actualitzacions periòdiques del GIS de la xarxa d'aigua freàtica existent, amb la integració de la xarxa que es vagi executant i dels canvis que es vagin fent (per exemple canvi de bombes, nous pous de captació, etc.)
- La xarxa planificada no s'ha pogut modelitzar en la present edició del Pla. El seu predimensionament s'ha realitzat en base a les taules exposades a l'apartat de criteris de disseny de la xarxa de la Línia d'Acció 1. Aquesta planificació s'hauria de comprovar i modelitzar prèviament a la redacció dels corresponents projectes constructius.
- De la mateixa manera que en aquesta edició del Pla han aparegut nous sistemes d'aprofitament degut a grans actuacions d'urbanització que ha desenvolupat l'Ajuntament de Barcelona, com ara el sistema vinculat a l'Av. Meridiana, en el futur poden aparèixer noves oportunitats de desenvolupament de la xarxa que no s'han considerat en aquest Pla, per tant caldrà anar actualitzant la xarxa planificada, de la mateixa manera que cal actualitzar la xarxa existent.
- La diagnosi de la xarxa d'aigua freàtica existent s'ha realitzat amb el programa de modelització hidràulica EPANED. Les dades introduïdes en el model de cabal punta en els punts de consum i de cabal d'extracció de les bombes dels pous de captació són, en la majoria dels casos, dades teòriques calculades a partir dels consums mensuals i de les característiques dels models de les bombes. Amb l'objectiu de millorar la diagnosi, seria necessari realitzar campanyes de camp de presa de mesura de cabals en diversos punts de control de la xarxa. Amb les dades obtingudes es podrà calibrar el model de simulació de la xarxa, i comprovar que els resultats són similars al comportament real de la xarxa.
- Des de BCASA s'està treballant en la redacció d'una *Guia de criteris tècnics de la xarxa d'aigua freàtica de la ciutat de Barcelona*. Aquesta guia és un recull dels criteris tècnics que s'han de seguir en el disseny, projecte i execució de les obres vinculades a la xarxa d'aigua freàtica de la ciutat. Es preveu la publicació a curt termini d'aquest recull, per tal que els tècnics implicats en el projecte i el seguiment de les obres de construcció de la xarxa d'aigua

freàtica disposin d'aquesta informació i puguin executar els projectes i les obres segons els criteris establerts.

- De l'anàlisi econòmic de l'explotació de la xarxa d'aigua freàtica es desprèn el cost del control analític de la qualitat de l'aigua en alguns sistemes és molt elevat. Caldrà per tant analitzar aquesta factor de cost amb detall, per sistemes, i plantejar accions per a la reducció el cost, sense perdre la garantia de qualitat del subministrament de l'aigua freàtica. En el mateix sentit, cal anar buscant accions de millora en l'eficiència energètica de les instal·lacions, per tal de poder donar un servei més econòmic i sostenible.

18.4. ACCIONS DE MILLORA EN LA PROTECCIÓ DE LES MASSES D'AIGUA

En la línia de les accions proposades per a la millora, control i seguiment de l'estat de les masses d'aigua, es proposen les següents accions de millora contínua a desenvolupar:

- Realitzar una nova versió del model hidrogeològic que modelitzi el comportament de les masses d'aigua subterrànies de la ciutat incorporant els volums gestionats per la implantació de SUDS a la ciutat, per poder analitzar quin efecte tindrien sobre l'aqüífer.
- Impulsar la reparació de les fuites de la xarxa de clavegueram, per reduir les filtracions d'aigua residual cap al subsòl, substituint-les per infiltracions d'aigua amb menor càrrega contaminant provinent dels SUDS.
- Estudiar la necessitat i viabilitat de desenvolupar i aplicar noves tècniques de millora de la qualitat de les aigües del subsòl, com ara la reducció dels components volàtils mitjançant tècniques d'aireació tipus air-stripping.
- Millorar la coordinació amb l'Àrea Metropolitana en el control d'abocaments de les indústries a la xarxa de clavegueram de la ciutat, que per filtració poden arribar a contaminar les masses d'aigua subterrànies.

19. PARTICIPACIÓ I COMUNICACIÓ

La participació ha pres una especial importància com instrument essencial per construir la ciutat, entenent-los com processos que permeten una millora de la conceptualització de les polítiques públiques, introduint el coneixement dels grups d'interès. Així, des de l'Àrea d'Ecologia, Urbanisme i Mobilitat s'impulsen espais de participació que tenen formes molt diverses: consells sectorials, comissions de seguiment, jornades i tallers, entre altres.

L'objectiu dels processos de participació és incorporar el coneixement tècnic, pràctic i contextual dels grups d'interès per tal d'enriquir els projectes i plans, i millorar la presa de decisions públiques, tant políticament com tècnicament.

Durant la fase de redacció del present Pla, s'ha dut a terme uns espais de participació, que s'ha materialitzat en la celebració de tres jornades de participació, consistents en una primera part de presentació del pla, objectius i línies d'acció proposades, una segona part de treball en grups i recull d'idees i propostes realitzades pel participants en les jornades, i una tercera part de posta en comú de les propostes i debat obert entre tots els participants.

Aquestes tres jornades de participació han consistit en:

- Una primera jornada de participació interna amb personal tècnic de BCASA.
- Una segona jornada de participació amb tècnics municipals de diverses àrees de l'Ajuntament de Barcelona.
- Una tercera jornada amb experts que han participat en l'assessorament tècnic en el desenvolupament de l'anàlisi del recurs i de la demanda, l'anàlisi econòmica i en algunes de línies d'acció proposades en el Pla.

D'aquestes jornades han sorgit moltes propostes interessants, algunes d'elles s'han pogut incorporar al Pla i d'altres s'han inclòs dins les accions de millora contínua a dur a terme en el futur.

A l'Annex 15 s'inclouen els informes resultants d'aquestes jornades, on es fa una exposició de la metodologia de treball de les jornades realitzades, i es recullen les idees i propostes aportades pels participants.

El procés de comunicació del Pla té com a objectius principals els següents:

- Posar en valor la gestió pública i directa de l'aigua a la ciutat.
- Incrementar el grau de coneixement de l'ús de l'aigua per part dels usuaris.
- Fomentar l'ús responsable de l'aigua, amb l'objectiu de reduir el seu consum i augmentar l'índex de sostenibilitat del consum d'aigua.
- Incidir en aspectes relatius a la protecció de les masses d'aigua subterrànies, l'adaptació i resiliència davant el canvi climàtic
- Posar en valor l'aprofitament d'altres recursos de proximitat disponibles a la ciutat.

Aquest procés comunicatiu es realitzarà posteriorment a l'aprovació del Pla, i es gestionarà a través de la Direcció de Comunicació i Participació de l'Ajuntament de Barcelona. Dit procés consistirà, a grans trets, en una campanya de comunicació del Pla tant a nivell de l'Ajuntament com del ciutadà, enfocada a la sensibilització en l'ús de l'aigua i en les tasques que es fan des de l'Ajuntament en el marc de la sostenibilitat en l'ús de l'aigua, i en una estratègia de divulgació del Pla.

Finalment, durant l'any 2019, s'ha realitzat una sessió de l'Àgora titulada "Pla d'Aprofitament de Recursos Hídrics Alternatius, cap a una gestió sostenible i racional de l'aigua per lluitar contra el Canvi Climàtic".

20. ACTUALITZACIÓ DEL PLA

L'aplicació de les línies d'acció proposades en aquest Pla en l'àmbit públic està lligada al desenvolupament urbanístic de la ciutat. Per tant, la materialització de les actuacions proposades pot veure's afectada per canvis en la planificació urbanística, i per la disponibilitat pressupostària per al desenvolupament de les línies d'acció.

Un altre aspecte que podrà implicar variacions en la planificació proposada serà l'evolució de la normativa mediambiental comunitària, espanyola o catalana, a més del propi ritme d'avançament de les obres descrites en el Pla, que pot condicionar les futures execucions de les noves canonades.

21. CONCLUSIONS

El present Pla desenvolupa els criteris i planifica les actuacions necessàries per a aprofitar al màxim i de forma sostenible i eficient, els recursos hídrics alternatius disponibles a la ciutat de Barcelona, per tal de disminuir el consum d'aigua potable per part dels diferents serveis municipals per aquells usos que no requereixen la qualitat de l'aigua de boca.

L'Ajuntament de Barcelona, amb el nou Pla de Recursos Hídrics Alternatius de la ciutat de Barcelona (PLARHAB) 2020, dóna compliment als objectius del Compromís Ciutadà per la Sostenibilitat 2012-2022, de fer de Barcelona una ciutat més equitativa, pròspera, autosuficient i sostenible, i al Pla Clima, que en la línia d'acció núm. 8 "Ni una gota perduda" promou tancar el cicle de l'aigua i optimitzar l'ús d'aigua freàtica, promoure l'ús de l'aigua regenerada i afavorir la infiltració d'aigua en el subsòl.

Aquest Pla, mitjançant el desenvolupament de les seves 6 Línies d'Acció, impulsa:

- La consolidació de l'aprofitament de l'aigua freàtica com a recurs alternatiu de proximitat, abundant i de qualitat per a l'abastament dels serveis municipals.
- La implantació de sistemes d'aprofitament d'aigües grises, en edificis de nova construcció o sotmesos a una rehabilitació integral, que permet un estalvi del 30% del consum d'aigua potable en els edificis on s'incorporin aquests sistemes.
- La naturalització del cicle de l'aigua i el tractament en origen de l'aigua de pluja caiguda a l'espai públic mitjançant la implantació de SUDS, fet que aporta beneficis importants a nivell de ciutat, com són l'increment del verd i la conseqüent reducció de l'efecte "illa de calor", i la protecció de les masses d'aigua de l'entorn de la ciutat, amb la reducció dels abocaments al medi.
- L'aprofitament de l'aigua regenerada per als usos aptes de ser abastits amb aquest recurs, com a recurs de proximitat a la Zona Franca i a La Marina del Prat Vermell, mitjançant la implantació d'un nou sistema de distribució en aquest sector.
- L'aprofitament de les aigües pluvials de coberta en edificis de nova construcció o sotmesos a una rehabilitació integral, per al reg d'espais verds vinculats a edificis (jardins, murs verds, cobertes verdes...) i d'altres usos compatibles, que podria cobrir fins al 80% de la demanda estimada.
- L'aprofitament de les aigües pluvials generades a les conques vessants dels torrents de Collserola, com a recurs complementari a l'aigua del subsòl, per a usos municipals com ara el reg d'espais verds o la neteja urbana. A banda de l'estalvi d'aigua potable aconseguit, la retenció d'aquesta aigua aporta d'altres beneficis a la ciutat, com són la protecció de les masses d'aigua (es redueix el volum abocat al medi en episodis de pluja) i la protecció de la xarxa de clavegueram contra l'arrossegament de sediments i l'erosió.

Actualment, l'índex de sostenibilitat municipal és del 16,36%. La potencialitat dels recursos hídrics alternatius per abastir la demanda municipal permetria assolir un índex de sostenibilitat municipal del 71,90%. El Pla, amb els criteris de planificació establerts, permetrà assolir un índex de sostenibilitat del 36,33% amb una inversió de **93,2 M€**. Aquesta xifra es pot reduir a un 30% (**28 M€**), aprofitant les noves urbanitzacions per implantar la xarxa de distribució d'aigua freàtica, ja que els costos d'obra civil associats es redueixen considerablement, tal com s'ha anat fent des de l'inici del desenvolupament dels sistemes d'aprofitament d'aigua freàtica.

El Pla incorpora els criteris tècnics a tenir en compte per a l'elaboració d'una Guia Tècnica d'aprofitament d'aigües grises i d'aigües pluvials de coberta, per tal d'establir les bases per a la seva implementació, línia en la qual es continua treballant.

Cal entendre el Pla com un document viu, que s'anirà actualitzant i millorant de forma contínua, atenent a les necessitats de la ciutat en el marc de l'aprofitament dels diferents recursos hídrics alternatius.

Barcelona, gener de 2020